

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/019265

International filing date: 22 December 2004 (22.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2003-431484  
Filing date: 25 December 2003 (25.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 17 March 2005 (17.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

PCT/JP 2004/019265

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

25. 1. 2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 1 2 月 2 5 日

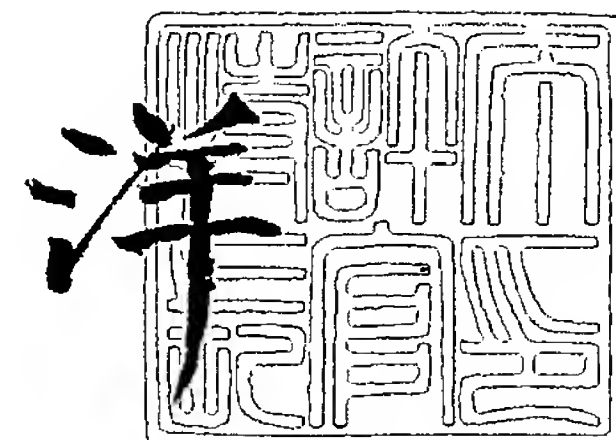
出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 4 3 1 4 8 4  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 3 - 4 3 1 4 8 4 ]

出 願 人  
Applicant(s): 株式会社ニコン

2 0 0 5 年 3 月 3 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特 2 0 0 5 - 3 0 1 7 4 9 8

【書類名】 特許願  
【整理番号】 02-00908  
【提出日】 平成15年12月25日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H01L 21/027  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社 ニコン 内  
    【氏名】 柴崎 祐一  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000004112  
    【氏名又は名称】 株式会社 ニコン  
【代理人】  
    【識別番号】 100068755  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 恩田 博宣  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100105957  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 恩田 誠  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 002956  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9800462

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

枠部材と、該枠部材の内部に設けられ、光学素子を保持する保持部材とを備える光学素子保持装置において、

前記枠部材の外部からの駆動力により、前記光学素子の光軸に交差する方向に変位する変位部と、

該変位部の変位を前記光学素子の光軸とほぼ平行な方向の変位に変換して、前記保持部材に伝達する伝達部と

を有することを特徴とする光学素子保持装置。

**【請求項 2】**

前記変位部は、前記光学素子の光軸に垂直な平面に平行に変位することを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子保持装置。

**【請求項 3】**

前記外部からの駆動力は、前記枠部材に設けられる駆動部材が前記光学素子の光軸と交差する方向に付勢することによって発生することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の光学素子保持装置。

**【請求項 4】**

前記駆動部材は、駆動素子と、前記変位部に接続され、前記駆動素子を収容する収容ホルダとを有することを特徴とする請求項 3 に記載の光学素子保持装置。

**【請求項 5】**

前記収容ホルダは、前記駆動素子で発生された駆動力を前記変位部に伝達する連結部を有したことを特徴とする請求項 4 に記載の光学素子保持装置。

**【請求項 6】**

前記駆動部材が、前記保持部材の位置の粗調整を行う粗動機構と、前記保持部材の位置の微調整を行う微動機構とを備えたことを特徴とする請求項 2 乃至請求項 5 のうちいずれか 1 項に記載の光学素子保持装置。

**【請求項 7】**

前記微動機構は、 piezo 素子からなる微動部材を備えたことを特徴とする請求項 6 に記載の光学素子保持装置。

**【請求項 8】**

前記変位部を案内する案内部を備え、前記変位部は当該案内部に案内されて変位方向が規制されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のうちいずれか 1 項に記載の光学素子保持装置。

**【請求項 9】**

前記変位部と前記枠部材との間に、前記変位部を前記枠部材側に付勢する付勢部材を設けたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 のうちいずれか 1 項に記載の光学素子保持装置。

**【請求項 10】**

前記伝達部は、一端部が前記保持部材に対して任意の方向に傾動及び回転可能に連結され、他端部が前記変位部に任意の方向に傾動及び回転可能に連結されるロッドからなり、当該ロッドの軸線は前記変位部の変位方向に対して所定の偏角を有するように設けられたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 のうちいずれか 1 項に記載の光学素子保持装置。

**【請求項 11】**

前記変位部は、前記枠部材に対して 3 箇所設けられ、前記伝達部は、1 つの変位部に対して前記ロッドが 2 つ連結された伝達リンク部として構成されたことを特徴とする請求項 10 に記載の光学素子保持装置。

**【請求項 12】**

前記枠部材と前記変位部との間に、前記変位部に対して外部から加えられる駆動力により誘起される振動を減衰させる振動減衰機構を設けたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 11 のうちいずれか 1 項に記載の光学素子保持装置。

**【請求項 1 3】**

前記振動減衰機構は、前記枠部材又は前記変位部の一方に固定されると共に前記枠部材又は前記変位部の他方に摺接される摩擦部材からなることを特徴とする請求項 1 2 に記載の光学素子保持装置。

**【請求項 1 4】**

前記枠部材と前記変位部と前記案内部と前記伝達部のうち少なくとも 2 つを 1 つの構造体に一体成形したことを特徴とする請求項 8 乃至請求項 1 3 のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置。

**【請求項 1 5】**

前記 1 つの構造体は、彫り込み加工により一体に成形されていることを特徴とする請求項 1 4 に記載の光学素子保持装置。

**【請求項 1 6】**

前記枠部材内部に設けられ、前記保持部材の変位を検出する検出器と、前記枠部材外部に設けられ、前記検出器により検出された検出結果を前記枠部材外部から監視可能な監視部とを有する変位検出機構を備えたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 5 のうちいずれか 1 項に記載の光学素子保持装置。

**【請求項 1 7】**

前記変位検出機構において、前記検出器は、検出した結果を表示し、前記監視部は、前記枠部材の気密状態を保ったまま当該表示を読取可能に構成されたことを特徴とする請求項 1 6 に記載の光学素子保持装置。

**【請求項 1 8】**

前記枠部材は、当該枠部材の外部と、当該枠部材の内部とを気密状態に保持可能に構成されたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 7 のいずれか 1 項に記載の光学素子保持装置。

**【請求項 1 9】**

少なくとも 1 つの光学素子保持装置を備えて構成される鏡筒において、請求項 1 乃至請求項 1 8 のいずれか 1 項に記載の光学素子保持装置を備えたことを特徴とする鏡筒。

**【請求項 2 0】**

前記光学素子は、マスク上に形成された所定のパターンの像を基板上に投影する投影光学系を構成する複数の光学素子の 1 つであることを特徴とする請求項 1 9 に記載の鏡筒。

**【請求項 2 1】**

露光光のもとで、マスク上に形成された所定のパターンの像を基板上に露光する露光装置において、前記所定のパターンの像を請求項 2 0 に記載の鏡筒における投影光学系を介して前記基板上に転写することを特徴とする露光装置。

**【請求項 2 2】**

リソグラフィ工程を含むデバイスの製造方法において、前記リソグラフィ工程で請求項 2 1 に記載の露光装置を用いて露光を行うことを特徴とするデバイスの製造方法。



【書類名】明細書

【発明の名称】光学素子保持装置、鏡筒、露光装置、及びデバイスの製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学素子保持装置に係り、詳しくは高精度な光学素子の調整が可能な保持装置に関する。さらには、前記光学素子保持装置を備えてなる鏡筒、該鏡筒を備えてなる露光装置、及び、該露光装置を用いて露光を行うデバイスの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、光学素子、例えば、投影露光装置の投影光学系を構成する複数の光学素子において、光軸方向の位置や、チルトなどの姿勢について、それぞれの光学素子が個別に精密な調整を可能に保持する保持装置が提案されてきた。この調整は収差の補正のみならず、大気圧の変化や熱照射の吸収による収差の変動の抑制にも用いられてきた。

【0003】

例えば、特許文献1に開示された光学素子保持装置は、この調整を自動制御で行う構成が開示されている。該文献1の図2に示すように、光学素子保持装置は、可動レンズの周縁に係合し、その可動レンズを保持するインナリング部と、インナリング部に連結され、インナリング部の外側に配置されるアウトリング部とを備える。アウトリング部は、アクチュエータを備えており、このアクチュエータの変位を変位拡大機構を介してインナリング部に伝えることによって、可動レンズを変位させることができる。また、アウトリング部には、可動レンズの位置をモニタするためのセンサが取り付けられている。このような光学素子保持装置であれば、鏡筒をコンパクトに構成することができる。

【0004】

一方、投影露光装置により製造される半導体デバイスの高密度化、ファインピッチ化がすすみ、投影露光装置に要求される解像度も高くなり、光源から出射される露光光はより波長の短いArFエキシマレーザー（ $\lambda = 193\text{ nm}$ ）から、さらにF<sub>2</sub>レーザー（ $\lambda = 157\text{ nm}$ ）へと移行してきた。このような露光光の短波長化により高い解像度を達成することができる。

【0005】

なお、200 nm以下の波長の露光光を使用する場合には、その露光光が通過する光路空間内に、例えば、水や酸素などの吸収物質が存在すると、露光光が吸収物質によって吸収され、大きく減衰する。そこで、特許文献1に開示された光学素子保持装置では、鏡筒内にパージガスを供給し、光路空間内に存在する酸素や水を鏡筒内から排除しているが、アウトリング部とアクチュエータとの間に間隙があるため、この間隙を介して、パージガスがリークしたり、外気（酸素や水、さらには有機物質を含む気体）が侵入したりするおそれがある。そのため、鏡筒の周りにジャケットを設け、このジャケットで覆われた空間もパージガスで満たしている。

【特許文献1】米国特許出願公開第2001/0038500号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

さらに、特許文献1の光学素子保持装置では、ジャケットで覆われた空間内に、センサに接続される信号通信用被覆線や、アクチュエータに接続される給電用の被覆線をジャケット内に配置しなければならない。これら被覆線は、極微量の有機物質を発生する可能性がある。

【0007】

しかしながら、特許文献1の光学素子保持装置では、ジャケットで鏡筒を覆っているが、鏡筒内の空間と、ジャケット内の空間とが、上述した隙間によって互いに連通した一つの空間になっている。そのため、ジャケットで覆われた空間内に、被覆線が配置されると、上述した隙間を介して、鏡筒内の空間、すなわち露光光の光路空間内に、被覆線か

ら発生する極微量の有機物質が侵入する可能性がある。この有機物質が上述した吸光物質と同様に、露光光を吸収したり、さらには鏡筒内の各レンズの曇りの原因になったりする可能性がある。

【0 0 0 8】

本発明は、鏡筒の周りにジャケットなどを設けなくとも高度なパーズを維持した状態で、光学素子の位置や姿勢等の調整ができる光学素子保持装置を提供することにある。

また、本発明のその他の目的は、この光学素子保持装置を備えて構成された鏡筒、さらにこの鏡筒を用いた露光装置、この露光装置を用いたデバイスの製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 9】

上記目的を達成するため、請求項 1 に係る光学素子保持装置は、枠部材と、該枠部材の内部に設けられ、光学素子を保持する保持部材とを備える光学素子保持装置において、前記枠部材の外部からの駆動力により、前記光学素子の光軸に交差する方向に変位する変位部と、該変位部の変位を前記光学素子の光軸とほぼ平行な方向の変位に変換して、前記保持部材に伝達する伝達部とを有することを要旨とする。

【0 0 1 0】

従って、請求項 1 に係る光学素子保持装置では、枠部材の外部からの駆動力が保持部材に伝達されるため、駆動源を枠部材の外部に配置でき、光学素子に対して、駆動源が発生する可能性のある有機物質の影響を低減することができる。

【0 0 1 1】

請求項 2 に係る光学素子保持装置は、請求項 1 に記載の光学素子保持装置の構成において、前記変位部は、前記光学素子の光軸に垂直な平面に平行に変位することを要旨とする。

【0 0 1 2】

従って、請求項 2 に係る光学素子保持装置では、このように構成することで、駆動機構を光学素子の光軸に垂直な平面に平行に配置できるため厚さ方向を小さくできるという効果がある。また駆動力が枠部材に対して光学素子の光軸に垂直な平面に平行に働くため、枠部材の厚み方向に歪ませる力が働かないという効果がある。

【0 0 1 3】

請求項 3 に係る光学素子保持装置は、請求項 1 又は請求項 2 に記載の光学素子保持装置の構成において、前記外部からの駆動力は、前記枠部材に設けられる駆動部材が前記光学素子の光軸と交差する方向に付勢することによって発生することを要旨とする。従って、請求項 3 に係る光学素子保持装置では、駆動部材が枠部材に設けられるため、駆動力を枠部材の外部とすることができるため、枠部材の内部の構成を簡易とすることができるという効果がある。

【0 0 1 4】

請求項 4 に係る光学素子保持装置は、請求項 3 に記載の光学素子保持装置の構成において、前記駆動部材は、駆動素子と、前記変位部に接続され、前記駆動素子を収容する収容ホルダとを有することを要旨とする。従って、請求項 4 に係る光学素子保持装置では、この収容ホルダにより枠部材外部からの駆動力を枠部材内部の変位部に伝達することができるという効果がある。

【0 0 1 5】

請求項 5 に係る光学素子保持装置は、請求項 4 に記載の光学素子保持装置の構成において、前記収容ホルダは、前記駆動素子で発生された駆動力を前記変位部に伝達する連結部を有したことを要旨とする。従って、請求項 5 に係る光学素子保持装置では、この収容ホルダにより枠部材外部からの駆動力を連結部により枠部材内部の変位部に伝達することができるという効果がある。

【0 0 1 6】

請求項 6 に係る光学素子保持装置は、請求項 2 乃至請求項 5 のうちいずれか 1 項に記載



の光学素子保持装置の構成において、前記駆動部材が、前記保持部材の位置の粗調整を行う粗動機構と、前記保持部材の位置の微調整を行う微動機構とを備えたことを要旨とする。従って、請求項 6 に係る光学素子保持装置では、粗動機構により変位部の調整を概略行い、微動機構で変化に対応した調整を行うことで、迅速且つ正確な調整が可能となるという効果がある。

【 0 0 1 7 】

請求項 7 に係る光学素子保持装置は、請求項 6 に記載の光学素子保持装置の構成において、前記微動機構は、ピエゾ素子からなる微動部材を備えたことを要旨とする。従って、請求項 7 に係る光学素子保持装置では、ピエゾ素子によれば、制御が容易で、反応が早く、且つ大きな駆動力で、安定したストロークを得ることができるという効果がある。

【 0 0 1 8 】

請求項 8 に係る光学素子保持装置では、請求項 1 乃至請求項 7 のうちいずれか 1 項に記載の光学素子保持装置の構成において、前記変位部を案内する案内部を備え、前記変位部は当該案内部に案内されて変位方向が規制されていることを要旨とする。従って、請求項 8 に係る光学素子保持装置では、案内部により変位部の変位方向が規制されるため、変位部から駆動力を伝達する伝達部、さらには光学素子を保持する保持部材の動きが正確になるという効果がある。

【 0 0 1 9 】

請求項 9 に係る光学素子保持装置は、請求項 1 乃至請求項 8 のうちいずれか 1 項に記載の光学素子保持装置の構成において、前記変位部と前記枠部材との間に、前記変位部の前記枠部材側に付勢する付勢部材を設けたことを要旨とする。従って、請求項 9 に係る光学素子保持装置では、変位部に対して枠部材側に付勢することで、光学素子を安定した状態で変位させることができるという効果がある。

【 0 0 2 0 】

請求項 1 0 に係る光学素子保持装置は、請求項 1 乃至請求項 9 のうちいずれか 1 項に記載の光学素子保持装置の構成において、前記伝達部は、一端部が前記保持部材に対して任意の方向に傾動及び回動可能に連結され、他端部が前記変位部に任意の方向に傾動及び回動可能に連結されるロッドからなり、当該ロッドの軸線は前記変位部の変位方向に対して所定の偏角を有するように設けられたことを要旨とする。従って、請求項 1 0 に係る光学素子保持装置では、この構成の伝達部によれば、変位部側の端部に加えられた前記光学素子の光軸に垂直な駆動力を、所定の偏角により、保持部材側の端部を光学素子の光軸と平行な方向に変位させ、光学素子を光軸方向の変更及びチルトを行うことができるという効果がある。

【 0 0 2 1 】

請求項 1 1 に係る光学素子保持装置は、請求項 1 0 に記載の光学素子保持装置の構成において、前記変位部は、前記枠部材に対して 3 箇所設けられ、前記伝達部は、1 つの変位部に対して前記ロッドが 2 つ連結された伝達リンク部として構成されたことを要旨とする。従って、請求項 1 1 に係る光学素子保持装置では、キネマティックな支持を行うことが可能となるという効果がある。

【 0 0 2 2 】

請求項 1 2 に係る光学素子保持装置は、請求項 1 乃至請求項 1 1 のうちいずれか 1 項に記載の光学素子保持装置の構成において、前記枠部材と前記変位部との間に、前記変位部に対して外部から加えられる駆動力により誘起される振動を減衰させる振動減衰機構を設けたことを要旨とする。従って、請求項 1 2 に係る光学素子保持装置では、駆動力の直接働く変位部において振動を減衰させる振動減衰機構を設けたことで、伝達部及び保持部材にストレスを掛けたり、過剰な制動を行ったりすることを防止できるという効果がある。

【 0 0 2 3 】

請求項 1 3 に係る光学素子保持装置は、請求項 1 2 に記載の光学素子保持装置の構成において、前記振動減衰機構は、前記枠部材又は前記変位部の一方に固定されると共に前記枠部材又は前記変位部の他方に摺接される摩擦部材からなることを要旨とする。従って、



請求項 1 3 に係る光学素子保持装置では、摩擦力により簡易な構成で振動を効果的に減衰できるという効果がある。

【 0 0 2 4 】

請求項 1 4 に係る光学素子保持装置は、請求項 8 乃至請求項 1 3 のうち何れか一項に記載の光学素子保持装置の構成において、前記枠部材と前記変位部と前記案内部と前記伝達部のうち少なくとも 2 つを 1 つの構造体に一体成形したことを要旨とする。従って、請求項 1 4 に係る光学素子保持装置では、複数の構成部分を一体成形とすることで、部品点数が減り、簡易な構造をすることができるという効果がある。

【 0 0 2 5 】

請求項 1 5 に係る光学素子保持装置は、請求項 1 4 に記載の光学素子保持装置の構成において、前記 1 つの構造体は、彫り込み加工により一体に成形されていることを要旨とする。従って、請求項 1 5 に係る光学素子保持装置では、彫り込み加工により一体に成形することで、構造体全体の形状が一定化して部分同士の位置関係が厳密となるとともに、無用な応力も生ぜず、全体の剛性を確保することも容易になるという効果がある。

【 0 0 2 6 】

請求項 1 6 に係る光学素子保持装置は、請求項 1 乃至請求項 1 5 のうちいずれか 1 項に記載の光学素子保持装置の構成において、前記枠部材内部に設けられ、前記保持部材の変位を検出する検出器と、前記枠部材外部に設けられ、前記検出器により検出された検出結果を前記枠部材外部から監視可能な監視部とを有する変位検出機構を備えたことを要旨とする。従って、請求項 1 6 に係る光学素子保持装置では、このような変位検出機構であれば、鏡筒の外部から保持部材の変位が分かるという効果がある。

【 0 0 2 7 】

請求項 1 7 に係る光学素子保持装置は、請求項 1 6 に記載の光学素子保持装置の構成において、前記変位検出機構において、前記検出器は、検出した変位を表示し、前記監視部は、前記枠部材の気密状態を保ったまま当該表示を読取可能に構成されたことを要旨とする。従って、請求項 1 7 に係る光学素子保持装置では、このような構成の変位検出機構であれば、鏡筒の気密状態を維持したまま、枠部材の変位を確認できるという効果がある。

【 0 0 2 8 】

請求項 1 8 に係る光学素子保持装置は、請求項 1 乃至請求項 1 7 のいずれか 1 項に記載の光学素子保持装置の構成において、前記枠部材は、当該枠部材の外部と、当該枠部材の内部とを気密状態に保持可能に構成されたことを要旨とする。従って、請求項 1 9 に係る光学素子保持装置では、このような構成にした場合に、特に鏡筒をカバーする部材の存在なしでも光学素子保持装置のみでも高度なパージを行うことができるという効果がある。

【 0 0 2 9 】

請求項 1 9 に係る鏡筒は、少なくとも 1 つの光学素子保持装置を備えて構成される鏡筒において、請求項 1 乃至請求項 1 8 のいずれか 1 項に記載の光学素子保持装置を備えたことを要旨とする。従って、請求項 1 9 に係る鏡筒では、このような構成の鏡筒であれば、少なくともコンパクト且つ精密な調整ができという効果がある。さらに気密状態が保持できる請求項 1 8 に記載の光学素子保持装置であれば、他の部分が気密状態を保持できることを前提に鏡筒全体で、特に鏡筒をカバーする部材の存在なしでも気密状態を保持することができるという効果がある。

【 0 0 3 0 】

請求項 2 0 に係る鏡筒は、請求項 1 9 に記載の鏡筒の構成において、前記光学素子は、マスク上に形成された所定のパターンの像を基板上に投影する投影光学系を構成する複数の光学素子の 1 つであることを要旨とする。従って、請求項 2 0 に係る鏡筒では、投影光学系にも好適に適用できるという効果がある。

【 0 0 3 1 】

請求項 2 1 に係る露光装置は、露光光のもとで、マスク上に形成された所定のパターンの像を基板上に露光する露光装置において、前記所定のパターンの像を請求項 2 0 に記載の鏡筒における投影光学系を介して前記基板上に転写することを要旨とする。従って、請

求項 2 1 に係る露光装置では、コンパクトで且つ精密な収差の補正ができる露光装置とすることができる。

【0 0 3 2】

請求項 2 2 に係るデバイスの製造方法は、リソグラフィ工程を含むデバイスの製造方法において、前記リソグラフィ工程で請求項 2 1 に記載の露光装置を用いて露光を行うことを要旨とする。従って、請求項 2 2 に係るデバイスの製造方法では、精密な収差の補正ができる露光装置を用いることにより品質の高いデバイスを製造することができるという効果がある。

【発明の効果】

【0 0 3 3】

本発明によれば、コンパクトかつシンプルな構成で精密な収差の補正が可能となる。また、鏡筒のみでも高度なパージが可能となるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0 0 3 4】

以下に、本発明の光学素子保持装置、鏡筒、露光装置、及びデバイスの製造方法を、半導体素子製造用の露光装置及びその投影光学系を収容する鏡筒、そして投影光学系の一部のレンズ等を保持する光学素子保持装置に具体化した一実施形態について図 1 ～図 1 2 に基づいて説明する。

【0 0 3 5】

図 1 は、露光装置 3 1 の概略構成を、その投影光学系 3 5 を中心として示している。図 1 に示すように、この実施形態の露光装置 3 1 は、光源 3 2 と、照明光学系 3 3 と、マスクとしてのレチクル R t を保持するレチクルステージ 3 4 と、投影光学系 3 5 と、基板としてのウエハ W を保持するウエハステージ 3 6 とから構成されている。

【0 0 3 6】

光源 3 2 は、本実施形態では、波長 1 5 7 n m の F<sub>2</sub> レーザを発振する。その他、波長 2 4 8 n m の K r F エキシマレーザや波長 1 9 3 n m の A r F エキシマレーザなども使用できるが、本発明を利用したパージ方法は、F<sub>2</sub> レーザ、A r F エキシマレーザ、あるいは波長 1 3 n m の極短紫外光 E U V などにおいて、よりメリットが生かされる。

【0 0 3 7】

照明光学系 3 3 は、図示しないフライアイレンズやロッドレンズ等のオプティカルインテグレータ、リレーレンズ、コンデンサレンズ等の各種レンズ系及び開口絞り等を含んで構成されている。そして、光源 3 2 から出射される露光光 E L が、この照明光学系 3 3 を通過することにより、レチクル R t 上のパターンを均一に照明するように調整される。

【0 0 3 8】

レチクルステージ 3 4 は、照明光学系 3 3 の射出側、すなわち、後述する投影光学系 3 5 の物体面側（露光光 E L の入射側）において、そのレチクル R t の載置面が投影光学系 3 5 の光軸方向とほぼ直交するように配置されている。

【0 0 3 9】

投影光学系 3 5 は、複数の光学素子 3 7、例えばレンズ等からなっている。投影光学系 3 5 は、複数の鏡筒モジュール 3 9 a が積層されて構成された鏡筒 3 9 内に収容されている。複数の鏡筒モジュール 3 9 a のそれぞれは、1 つ又は 2 つの光学素子 3 7 を保持する。

【0 0 4 0】

複数の鏡筒モジュール 3 9 a のうち、特定の鏡筒モジュール 3 9 a（図 1 では 5 個の部分鏡筒ユニット）は、本発明の光学素子保持装置 3 8 を介して、光学素子 3 7 を保持している。なお、他の鏡筒モジュール 3 9 a も本発明の光学素子保持装置を介して保持してもよいし、あるいは、他の機構で構成されている光学素子保持装置で保持してもよい。

【0 0 4 1】

ウエハステージ 3 6 は、投影光学系 3 5 の像面側（露光光 E L の射出側）において、ウエハ W の載置面が投影光学系 3 5 の光軸方向と交差するように配置されている。そして、

露光光 E L にて照明されたレチクル R t 上のパターンの像が、投影光学系 3 5 を通して所定の縮小倍率に縮小された状態で、ウェハステージ 3 6 上のウェハ W に投影転写されるようになっている。

#### 【 0 0 4 2 】

次に、光学素子保持装置 3 8 の詳細構成について説明する。図 2 は、光学素子保持装置 3 8 を備えた鏡筒モジュール 3 9 a を示す斜視図であり、図 3 は光学素子保持装置 3 8 を備えた鏡筒モジュール 3 9 a を示す平面図であり、図 4 は図 3 の A - A 線における矢視断面図である。

#### 【 0 0 4 3 】

図 2 に示すように、光学素子保持装置 3 8 は、円環状に形成された枠部材 4 1 と、光学素子 3 7 を保持する支持部材 4 2 を 3 個備え、3 個の支持部材 4 2 を介して光学素子 3 7 を保持している。

#### 【 0 0 4 4 】

図 3 に示すように、枠部材 4 1 は、インナリング部 4 3 と、アウトリング部 4 4 と、変位部 7 0 と、平行リンク部 7 1 と、伝達リンク部 7 2 とを備える。

アウトリング部 4 4 は、外側に配置された円筒状の側壁部 4 4 a とその内部に環状に配置された板状の平面部 4 4 b とから構成される。

#### 【 0 0 4 5 】

また、アウトリング部 4 4 の側壁部 4 4 a の上下端には、平坦な締結部 4 0 が形成されている。

締結部 4 0 は、平坦な環状の面である締結面 4 0 a を備え、上面側になる締結面 4 0 a には、Oリングを収容するための環状のOリング溝 4 0 b が、刻設される（図 4 参照）。他の鏡筒モジュール 3 9 a の締結面 4 0 a と当接させた場合に、対面する 2 つの締結面 4 0 a の下側の締結面 4 0 a にはOリング溝 4 0 b が、刻設されているので、このOリング溝 4 0 b にOリングを嵌合配置して固定する。その状態で締め付けるためのボルト穴 4 0 c が、2 つの締結面 4 0 a を貫通するように穿設されているので、ここにボルトを貫入して、ナットを螺合させ緊締する。このボルト穴 4 0 c は、締め付け力が平均するように締結面 4 0 a に略均等間隔に複数、例えば 2 4 ヶ所に設けられる。このように、鏡筒モジュール 3 9 a を組み付ければ、Oリングにより高い気密性が得られるように構成されている。なお、内外の圧力差や締結部 4 0 の形状や素材により、Oリング溝 4 0 b をOリングを複数設けたり、Oリングに代えてガスケットなど他のシール部材を用いるような構成としてもよい。

#### 【 0 0 4 6 】

アウトリング部 4 4 は、図 3 に示すように、アウトリング部 4 4 の側壁部 4 4 a に 1 2 0 度間隔で、ピエゾ駆動部 4 6 が 3 ヶ所に設けられる。また、これと 6 0 ° ずれた位置に、センサヘッド 4 7 が配置されている。その他の部分は、閉鎖された壁面として気密に形成されている。

#### 【 0 0 4 7 】

ここで、枠部材 4 1 の構造を説明する。枠部材 4 1 は、もとの素材となる円盤状の S U S 等の金属板が Cutter、ドリル、エンドミル若しくはレーザ加工、放電加工などを用いたスリット加工や彫り込み加工等により加工されることで成形されている。まず、厚みが削られて光学素子 3 7 と干渉しないように形成され、枠部材 4 1 の内側が円形に切り取られ、次に、インナリング部 4 3 に相当する部分が切断、分離される。そして、変位部 7 0 、平行リンク部 7 1 、伝達リンク部 7 2 の各部分が平面的なスリット加工、立体的な彫り込み加工により切断、分離される。このとき、各部分は必要に応じて完全に分離されずに、一部分が残されて、金属材料の可撓性を利用した所定方向に傾動可能な接続部が形成される。このため、インナリング部 4 3 、アウトリング部 4 4 、変位部 7 0 、平行リンク部 7 1 、伝達リンク部 7 2 は、同一材料からなる一体構造の構造体となっており、各部の位置関係も厳密で、かつ無用な応力も働かないため、機構としての線形性に極めて優れた特性を持っている。



## 【0 0 4 8】

ここで、図 5 は、図 3 に示すピエゾ駆動部 4 6 付近を拡大した平面図である。以下、図 5 に従ってインナリング部 4 3、アウトリング部 4 4、変位部 7 0、平行リンク部 7 1、伝達リンク部 7 2 の各部分の説明と相互の関係を説明する。変位部 7 0 は、図 5 のピエゾ駆動部 4 6 近傍に配置されている。

## 【0 0 4 9】

平行リンク部 7 1 は、変位部 7 0 を案内する案内部であり、変位部 7 0 は、この左右に配置された一組の平行リンク部 7 1 に案内されて変位方向が厳密に規制されている。以下平行リンク部 7 1 について、詳述する。図 5 に示すように、平行リンク部 7 1 は、変位部 7 0 に対して杵部材の接線方向（図 5 では、変位部 7 0 の右側）に配置される 2 つのアーム部である右内リンク 7 1 R F、右外リンク 7 1 R B を有する。

## 【0 0 5 0】

そのうち、右内リンク 7 1 R F は、変位部 7 0 に対し、略光軸 A X と平行な軸を回転中心として傾動可能に弾性ヒンジ E H 1 で連結され、かつアウトリング部 4 4 の平面部 4 4 b に対し、略光軸 A X と平行な軸を回転中心として傾動可能に弾性ヒンジ E H 2 で連結されている。弾性ヒンジ E H 1 の軸線と弾性ヒンジ E H 2 の軸線を結ぶ平面は、ピエゾ駆動部 4 6 の駆動方向と垂直な面になるように弾性ヒンジ E H 1 と弾性ヒンジ E H 2 が配置される。

## 【0 0 5 1】

また、右外リンク 7 1 R B は、変位部 7 0 に対し、略光軸 A X と平行な軸を回転中心として傾動可能に弾性ヒンジ E H 3 で連結され、かつアウトリング部 4 4 の平面部 4 4 b に対し、略光軸 A X と平行な軸を回転中心として傾動可能に弾性ヒンジ E H 4 で連結されている。弾性ヒンジ E H 3 の軸線と弾性ヒンジ E H 4 の軸線を結ぶ平面は、ピエゾ駆動部 4 6 の駆動方向と垂直な面になるように弾性ヒンジ E H 3 と弾性ヒンジ E H 4 が配置される。

## 【0 0 5 2】

従って、弾性ヒンジ E H 1 と弾性ヒンジ E H 2 の軸線を結ぶ面と、弾性ヒンジ E H 3 と弾性ヒンジ E H 4 の軸線を結ぶ面は、平行に配置されている。また、弾性ヒンジ E H 1 と弾性ヒンジ E H 3 の軸線を結ぶ面と、弾性ヒンジ E H 2 と弾性ヒンジ E H 4 の軸線を結ぶ面も平行に配置され、これら各弾性ヒンジ E H 1 ~ E H 4 の各軸線間を結んで形成される四角形は、略平行四辺形に形成されている。従って、平行リンク部 7 1 は、アウトリング部 4 4 の平面部 4 4 b を基準に、変位部 7 0 の動きを、略光軸 A X に交差する方向であって、且つ光軸 A X に対して垂直な方向に規制する。

## 【0 0 5 3】

なお、厳密に言えば、この平行リンク部 7 1 は、例えば右側だけでは、アウトリング部 4 4 の平面部 4 4 b に固定された前記弾性ヒンジ E H 2, E H 4 を中心に変位部 7 0 を円弧を描くように規制するものである。ところが、平行リンク部 7 1 の左内リンク 7 1 L F 及び左外リンク 7 1 L B は、右内リンク 7 1 R F 及び右外リンク 7 1 R B に対して、ピエゾ駆動部 4 6 の駆動方向である作用線 A L について対称に構成されている。そのため、左内リンク 7 1 L F 及び左外リンク 7 1 L B の作用は、右内リンク 7 1 R F 及び右外リンク 7 1 R B と同等の作用があり、左右の平行リンク部 7 1 が両者が相俟って作用線 A L と垂直な力を打ち消すため、変位部 7 0 の変位を作用線 A L に沿った光軸 A X に直交する方向に精密に直線に案内する。

## 【0 0 5 4】

伝達リンク部 7 2 は、本発明の伝達部のロッドとして機能する部材である。伝達リンク部 7 2 は、1 組のプッシュロッドで構成される。1 組のプッシュロッドは右側の第 1 のロッド 7 2 R と左側の第 2 のロッド 7 2 L とから構成され、図 3 に示すように平面視逆ハの字状に配置される。第 1 のロッド 7 2 R の外側端部は、変位部 7 0 に外側ロッドピボット L P L により連結される。また、第 1 のロッド 7 2 R の内側（光軸 A X 側）端部はインナリング部 4 3 に内側ロッドピボット L P U により連結される。外側ロッドピボット L P L



、内側ロッドピボット L P U は、変位部 70、インナリング部 43 等と一緒に一体に形成されるが、他の部分と同様にスリット加工による加工に加え両端面からの彫り込み加工を併用して加工している。平面的な構成の中に、外側ロッドピボット L P L、内側ロッドピボット L P U それぞれにおける設計値に基づく深さで彫り込み加工を表裏より行うことで、立体的な機構である第 1 のロッド 72 R を具現化させている。

#### 【0055】

第 1 のロッド 72 R は、外側（光軸 A X と反対側）端部が外側ロッドピボット L P L により変位部 70 に任意の方向に傾動及び回動可能に連結され、内側端部が内側ロッドピボット L P U によりインナリング部 43 に任意の方向に傾動及び回動可能に連結されている。この外側ロッドピボット L P L に対して、内側ロッドピボット L P U は、上の位置にあり、従って、第 1 のロッド 72 R の軸線は変位部 70 の変位方向に対して所定の偏角（仰角）を有するように設けられている。すなわち、外側ロッドピボット L P L 及び内側ロッドピボット L P U は、平面部 44 b に対して、彫り込み深さが異なる位置に形成されている。なお、第 2 のロッド 72 L も第 1 のロッド 72 R と piezo 駆動部 46 の駆動方向である作用線 A L について対称に構成されている。

#### 【0056】

このように構成された伝達リンク部 72 は、以下のような動作をする。伝達リンク部 72 の外側では、外側ロッドピボット L P L により変位部 70 に連結されているため、光軸 A X に垂直に交わる方向に直線的に変位される。一方、伝達リンク部 72 の内側では、インナリング部 43 に内側ロッドピボット L P U により連結されている。ここで、伝達リンク部 72 の一端が変位部 70 により光軸 A X に垂直に交わる方向に押された場合、インナリング部 43 は、後述するようにキネマティックに支持されているため、伝達リンク部 72 の内側ロッドピボット L P U 部分は、光軸 A X に沿った動きに規制される。

#### 【0057】

ここで、本願では外側ロッドピボット L P L と内側ロッドピボット L P U を結ぶ直線を伝達リンク部 72 の「軸線 P L」と呼ぶことにする。この軸線 P L と、光軸 A X と垂直な平面とがなす角度は、例えば、 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$  程度の偏角（仰角）を有する。そのため、伝達リンク部 72 が外側端部を付勢され水平に変位した場合は、伝達リンク部 72 の内側端部は光軸 A X に沿って真っ直ぐ上方向への変位に変換されることになる。

#### 【0058】

また、このとき伝達リンク部 72 の外側端部の変位の距離は、変換された内側端部の変位では拡大されている。本実施形態においては、駆動源として圧電素子である piezo 65 を採用しているが、この piezo 65 の性質は、印加した電圧に対して早いレスポンス時間で安定したストロークの変位があり、その駆動力も極めて大きいことが挙げられる。そのため、本発明のような光学素子 37 の保持状態を制御する目的には極めて好適なアクチュエータといえる。しかしながら、変位のストロークが小さいことから、対象物の制御に必要なストロークを稼ぐ必要がある。本実施形態では、変位の変換できるばかりでなく、この偏角を設定することでアクチュエータである piezo 65 で生じる変位のストロークを、制御対象である光学素子 37 の位置制御に必要なストロークに変換することができる。

#### 【0059】

光学素子 37 は、図 3 に示すように平面視円形の凸レンズ、凹レンズ等各種のレンズからなり、合成石英、蛍石等の所定以上の破壊強度を有する硝材から構成され、図 4 に示すように、その周縁部にはフランジ部 37 a が形成されている。

#### 【0060】

光学素子 37 の外周は、インナリング部 43 の内周と略同径の円周で構成される。また、図 3 に示すように、インナリング部 43 の内周縁端には、等角度間隔をおいて 3 つの支持部材 42 が配設され、光学素子 37 を支持している。この支持部材 42 は、光学素子 37 のフランジ部 37 a を挟持する基台部材 79 と、クランプ部材 78 とからなっている（図 9 参照）。この基台部材 79 には、外部の装置から支持部材 42 が受けた光学素子 37

の光学面の状態に影響を与える要因（例えば露光装置 31 の本体、枠部材 41 の締結部 40 等の微小な表面荒れ、表面うねり等）を吸収するためのフレクシャ構造が形成されている。このため、光学素子 37 を支持部材 42 を介してインナリング部 43 に保持すれば、枠部材 41 を介した外部からの歪みに起因してインナリング部 43 の平面性などに影響が与えられたような場合であっても、光学素子 37 にストレスを与えることもなく、光学面に悪影響を与えるようなことがない。

#### 【0061】

図 6 は、図 4 に示すピエゾ駆動部 46 の断面図である。以下、図 6 に沿って微動機構としてのピエゾ駆動部 46 を詳述する。ピエゾ駆動部 46 は、枠部材 41 のアウトリング部 44 の側壁部 44a（図 2 参照）に設けられる。図 6 に示すように、側壁部 44a には開口部である導入穴 48 が、略光軸 AX（図 4 参照）中心に向かって設けられており、その導入穴 48 には、スリーブ状のシールハウス 49 が嵌合される。シールハウス 49 の内面と外面にはそれぞれ環状の O リング溝 50、51 が刻設され、O リング 52、53 が嵌合されている。このシールハウス 49 の内部には、それと略同径の円筒状部材であるピエゾハウス 54 が挿入され、ピエゾハウス 54 とシールハウス 49 と導入穴 48 との間はそれぞれ O リング 52、53 により摺動可能に気密にシールされている。

#### 【0062】

ピエゾハウス 54 は、内側に底面部 55 を持つ円筒形に形成され、その中央部に外側に突設された環状のフランジ 56 が形成される。また、底面部 55 の内側中央には、半球状の球面突起 57 が光軸 AX と反対方向に突設されている。

#### 【0063】

一方、側壁部 44a の導入穴 48 の周辺には、環状の押えブロック 58 がネジ止め固定されており、さらにこの押えブロック 58 の開口部を覆うような蓋状のピエゾキャップ 59 がネジ止め固定されている（図 5 参照）。このピエゾキャップ 59 にはピエゾハウス 54 の中心線に沿ったネジ孔が設けられ、このネジ孔に粗動ネジ 60 の軸部 61 が螺入されている。ピエゾキャップ 59 のネジ孔に螺入され貫通した粗動ネジ 60 の軸部 61 の先端には、半球状の球面突起 62 が光軸 AX 方向に突設されている。粗動ネジ 60 の光軸 AX と反対側には、回動操作可能な円盤状の頭部 63 が設けられている。また、ピエゾキャップ 59 と頭部 63 の間の軸部 61 には、粗動ネジ 60 を固定するためのロックナット 64 が螺合され、ピエゾキャップ 59 に締め付けることで粗動ネジ 60 を固定している。

#### 【0064】

このように構成されたピエゾハウス 54 には、概ね円柱形のピエゾ 65 が収容される。ピエゾ 65 は、ピエゾ素子からなる微動部材としての駆動素子であり電圧を印加することで伸張し、本発明の微動機構として機能する。このピエゾ 65 は、光軸 AX 方向の底面中央に設けられた円錐凹部 66 と、光軸 AX と反対方向の底面中央に設けられた円錐凹部 67 を備える。そして、ピエゾハウス 54 に収容されたピエゾ 65 は、光軸 AX 方向の底面中央に設けられた円錐凹部 66 が球面突起 57 に嵌合される。また、光軸 AX と反対方向の底面中央に設けられた円錐凹部 67 には、粗動ネジ 60 がピエゾキャップ 59 のネジ孔に螺入されることで球面突起 62 が嵌合する。ピエゾハウス 54 に対してピエゾ 65 は、この円錐凹部 66 以外接触しないように空隙が設けられている。また、ピエゾ 65 の光軸 AX と反対の端部は、キャップ状の電極 68 が覆っている。ピエゾハウス 54 と電極 68 とは、電氣的には絶縁されている。また、図示を省略したが、ピエゾ駆動部 46 には、ピエゾ 65 を駆動するための配線を備え、図示しない制御装置により所定の電圧が印加されて駆動される。

#### 【0065】

このように構成されたピエゾハウス 54 のフランジ 56 は、変位部 70 の内部に形成された駆動部 74 に当接され、押え環 75 により固定される。駆動部 74 は、ピエゾハウス 54 と変位部 70 との位置関係を正確に決める。また、押え環 75 は変位部 70 にネジ止め固定されており、駆動部 74 とフランジ 56 の位置関係がずれないように固定している。このような構成のため、ピエゾ 65 を駆動すると、以下のように作用する。まず、ピエ



ゾ 6 5 の光軸 A X と反対方向の円錐凹部 6 7 は、粗動ネジ 6 0 の球面突起 6 2 により位置が固定されている。そのためピエゾ 6 5 の伸張はピエゾ 6 5 の円錐凹部 6 6 からピエゾハウス 5 4 の球面突起 5 7 を付勢する。したがってピエゾハウス 5 4 自体が光軸 A X 方向に移動する。ピエゾハウス 5 4 が光軸 A X 方向に移動すると、フランジ 5 6 により変位部 7 0 を光軸 A X 方向に移動する。この変位部 7 0 は、案内部である平行リンク部 7 1 により案内されて（図 5 参照）、光軸 A X と直交する方向に移動する。

#### 【 0 0 6 6 】

なお、変位部 7 0 には、図 5 に示すように、一端がアウトリング部 4 4 の平面部 4 4 b に固定された引張りコイルスプリングからなる付勢部材であるリターンスプリング 7 6 が、作用線 A L に平行に掛止される。このリターンスプリング 7 6 は、作用線 A L に対して対称に一对配置されている。このため、変位部 7 0 は、このリターンスプリング 7 6 により常にアウトリング部 4 4 の平面部 4 4 b 側、つまり光軸 A X と反対の方向に付勢されている。ピエゾ 6 5 に対する電圧の印加を停止すると、ピエゾ 6 5 自体は短縮するが、このリターンスプリング 7 6 がなければ、変位部 7 0 は変位しない。そこで、このリターンスプリング 7 6 の付勢力により変位部 7 0 を光軸 A X と反対の方向に付勢することでピエゾハウス 5 4 の球面突起 5 7 を円錐凹部 6 6 に当接する位置まで変位させる。

#### 【 0 0 6 7 】

粗動ネジ 6 0 は、押えブロック 5 8、ピエゾキャップ 5 9 を介して枠部材 4 1 に固定されている。そのため、粗動ネジ 6 0 の頭部 6 3 を回転させると、軸部 6 1 が前後し、球面突起 6 2 と光軸 A X の距離が変化する。このため、粗動機構としてピエゾ 6 5 の位置を変位させ、これに伴ってピエゾハウス 5 4、さらに変位部 7 0 の初期位置を変化させることができる。そのため変位部 7 0 と光軸 A X までの距離を変化させることができる。

#### 【 0 0 6 8 】

図 6 に示すように、ピエゾハウス 5 4 のフランジ 5 6 は、收容ホルダの連結部としてピエゾハウス 5 4 の周囲に環状に設けられており、変位部 7 0 の駆動部 7 4 もこれに対応して設けられ、ピエゾ 6 5 で発生した駆動力を変位部 7 0 に対して、作用線 A L に沿って均等に伝えるようになっている。そのため、変位部 7 0 に対しては直線運動を妨げるような力を発生することなく、効率的に駆動力が伝達できる。

#### 【 0 0 6 9 】

ピエゾ 6 5 は、ピエゾハウス 5 4 に收容されているが、外側の円錐凹部 6 7 を枠部材 4 1 に設けられた粗動ネジ 6 0 の球面突起 6 2 で固定され、ピエゾ 6 5 で発生された駆動力は、ピエゾハウス 5 4 に設けられた受け部である球面突起 5 7 で円錐凹部 6 6 から受ける。また、ピエゾ 6 5 で発生された駆動力は、変位部 7 0 に連結部であるフランジ 5 6 を介して伝達される。この場合において、球面突起 5 7 は、フランジ 5 6 よりも内部側に配置されている。さらに、ピエゾ 6 5 は、押えブロック 5 8、ピエゾキャップ 5 9 によりアウトリング部 4 4 よりも外側に突出している。このため、アウトリング部 4 4 の一般面と変位部 7 0 との間にピエゾを配置した場合に比べ、本実施形態のピエゾ 6 5 の配置方法は、遙かに大きなスペースを得ることができ、より大型のピエゾを用いることができる。逆に言えば、駆動素子を枠部材 4 1 内に收容するために、鏡筒を大型にする必要がない。ピエゾをアクチュエータとして用いた場合には、全体の長さが長いほど大きな変位のストロークを得ることができる。そのため大型のピエゾを用いることで、ピエゾのようなアクチュエータとしては変位の小さな駆動素子を用いたような場合であっても、枠部材 4 1 自体を大きくすることなく、大きな変位のストロークを使って光学素子 3 7 を大きく変位させることができる。

#### 【 0 0 7 0 】

また、以上のような構成では、ピエゾ駆動部 4 6 では、パージ空間である枠部材 4 1 内部にアクチュエータ、電子回路、ケーブルなどアウトガス放出源を置くことがない。この例では、アウトリング部 4 4 に配置されたピエゾハウス 5 4、センサヘッド 4 7 が枠部材 4 1 の内部と外部のボーダーとなっている。言い換えれば、この收容ホルダであるピエゾハウス 5 4 によりパージ空間内とパージ空間外とに隔離している。したがって、駆動力を

発生させるピエゾ 6 5 は、枠部材 4 1 の外側に配置されているから、パージを破ることなく容易に交換することもできる。さらに押えブロック 5 8 やピエゾキャップ 5 9 を交換することでピエゾ 6 5 のサイズもパージを破ることなく可能になっている。

#### 【0 0 7 1】

図 6 に示すように、変位部 7 0 の上下には、振動減衰機構としての摩擦機構 8 0 が設けられている。摩擦機構 8 0 は、アウトリング部 4 4 の平面部 4 4 b に固定された摩擦ハウス 8 1 が変位部 7 0 に対面して設けられる。この摩擦ハウス 8 1 には、変位部 7 0 に向けて開口された凹部に、圧縮コイルバネからなる摩擦バネ 8 2 が収容されている。この摩擦バネ 8 2 の先端は、摩擦部材としての擦動面体 8 3 が配置される。擦動面体 8 3 は、一端が摩擦ハウス 8 1 に固定され、他端が自由端となった板バネ状の部材である。摩擦バネ 8 2 は、この擦動面体 8 3 を介して、変位部 7 0 に強く先端を付勢させ摩擦力を発生させている。このため、ピエゾ駆動部 4 6 により変位部 7 0 に対して駆動力が掛けられたとき、これを制止するように摩擦力が働く。この摩擦力は変位部 7 0 を制止までには至らないが、急激な移動を押え、且つ上下方向に変位部 7 0 を挟むように押えることで露光に影響を与える振動の発生を押える。

#### 【0 0 7 2】

この摩擦機構 8 0 は、ピエゾ駆動部 4 6 で発生したストロークが伝達リンク部 7 2 により拡大される前の変位部 7 0 に対して行われるため、伝達リンク部 7 2 や、インナリング部 4 3 を制止した場合のような、伝達リンク部 7 2 や、インナリング部 4 3 自体にストレスが生じることがない。また、変位部 7 0 であればトルクが大きいので、これらの部分を制止した場合に摩擦力が大き過ぎて動き自体を止めてしまうようなトラブルが生じにくい。

#### 【0 0 7 3】

次に、光学素子 3 7 であるレンズの姿勢制御方法を説明する。ここで、図 7 は、本実施形態の光学素子保持装置 3 8 を模式的に示した図である。図 5 に示したように、本実施形態では、インナリング部 4 3、アウトリング部 4 4、変位部 7 0、平行リンク部 7 1、伝達リンク部 7 2 は、同一材料からなる一体構造の構造体となっているが、説明の便宜のため、その機能を模式的に示す図 7 で、まず概略の説明を行う。

#### 【0 0 7 4】

図 7 において、外周の円盤状の部分が光学素子保持装置 3 8 のアウトリング部 4 4 に相当する部分である。このアウトリング部 4 4 に変位部 7 0 が  $120^\circ$  の等間隔で 3 ヶ所配置される。ここに配置されているピエゾ駆動部 4 6 は省略している。この変位部 7 0 の左右両側には平行リンク部 7 1 がそれぞれ配置されている。そして、変位部 7 0 の内側には伝達リンク部 7 2 を構成する 1 組のプッシュロッドが内側に向けて間隔を広げ、且つ所定の水平面に対する偏角（仰角）を持って配設されており、その先端は、インナリング部 4 3 に連結されている。本願では、この変位部 7 0、平行リンク、伝達リンク部 7 2 の組合せを変位リンク部として、ここでは、3 つの変位リンク部をそれぞれ第 1 変位リンク部 U 1、第 2 変位リンク部 U 2、第 3 変位リンク部 U 3 ということにする。

#### 【0 0 7 5】

図 8 は、本実施形態の光学素子保持装置 3 8 の基本原理を説明する模式図である。図 8 は、図 7 をさらに模式化したものである。ここでは、光学素子 3 7 の支持に必要なインナリング部 4 3 と変位部 7 0 と伝達リンク部 7 2 のみを模式的に示している。

#### 【0 0 7 6】

本実施形態においては、伝達リンク部 7 2 を構成する 1 組のプッシュロッドは光軸 A X を通る子午線に対して鏡面对称になっている。インナリング部 4 3 の駆動は変位部 7 0 を図 8 のように半径方向に沿って動かすことにより行う構成としている。この場合について、与えた変位量と得られる姿勢変化の定量的な関係を説明する。

#### 【0 0 7 7】

まず用語の定義であるが、図 8 において、各 1 組のプッシュロッドを延長すると、プッシュロッド同士が交差するが、その交点を仮想ピボット V と呼ぶ。また、3 つの仮想ピボ



ット V で決まる平面を、ピボタル平面と呼ぶ。本実施形態における 1 組のプッシュロッドの配置から明らかなように、ピボタル平面は、変位部 7 0 に変位を与えない状態において、光軸 A X に垂直となる。3 つの仮想ピボットを通る円の中心を観測点 C と呼ぶ。観測点 C は、明らかにピボタル平面上の点であり、かつ変位部 7 0 に変位を与えない状態において光軸 A X 上の点である。

#### 【0 0 7 8】

座標軸は次のように定義する。既に述べたように、変位部 7 0 に変位を与えない状態において、観測点 C は光軸 A X 上にある。図 8 に示すように C 点を原点にして、X, Y, Z 軸を、次のように定義する。図 8 のように、第 1 変位リンク部 U 1 の方向を X 軸とし、これと光軸 A X について反時計回り 9 0° の方向を Y 軸、垂直な光軸 A X を Z 軸として直交座標系を定める。これに伴い、U 1 から U 3 を添えて必要に応じて 1 組のプッシュロッドによって構成される伝達リンク部 7 2 U 1 ~ 7 2 U 3、変位部 7 0 U 1 ~ U 3、仮想ピボット V P U 1 ~ U 3 として区別する。

#### 【0 0 7 9】

次に、変位部 7 0 に変位を与え、それによって得られるインナリング部 4 3 の姿勢変化に関する定量値を定義する。インナリング部 4 3 の姿勢が変化すると、観測点 C が変化する。この変位は座標系に対する成分を  $d x$ ,  $d y$ ,  $d z$  と表す。また、ここで考えている姿勢変化は光学系の微調整に用いることを前提にしているため、姿勢変化は極めて微小である。従って、インナリング部 4 3 の姿勢変化は極めて微小である。従って、インナリング部 4 3 の姿勢変化は X 軸、Y 軸、Z 軸周りの回転量として、 $d \theta x$ ,  $d \theta y$ ,  $d \theta z$  として線形的に成分分解して考えて差し支えない。符号の定義はそれぞれ座標軸の正の向きに対して右ネジの法則に従う。

#### 【0 0 8 0】

ここで、姿勢を決める 6 つの変位量  $d x$ ,  $d y$ ,  $d z$ ,  $d \theta x$ ,  $d \theta y$ ,  $d \theta z$  のうち、機構の構成上明らかに、 $d x$ ,  $d y$ ,  $d \theta z$  は 0 である。つまり、インナリング部 4 3 は、x 方向と Y 方向、即ち水平方向のシフトはない。また、変位部 7 0 はラジアル方向（作用線 A L の方向）の変位のみで Z 軸周りの回転もないことは明らかである。

#### 【0 0 8 1】

以上より、インナリング部 4 3 の姿勢変化  $\Delta I$  は、  

$$\Delta I = (d z \quad d \theta x \quad d \theta y)^T$$
と表すことができる。

#### 【0 0 8 2】

これに対し、姿勢変化を引き起こす変位部 7 0 の変位について、本実施形態の中では、図中作用線 A L に沿った 1 自由度駆動としているので、3 つの変位部 7 0 の変位量を、  
 $\delta 1$ ,  $\delta 2$ ,  $\delta 3$ 
と定める。

#### 【0 0 8 3】

これをまとめて入力変位  $\Delta p$  として、  

$$\Delta p = (\delta 1, \delta 2, \delta 3)^T$$
と表すことができる。

#### 【0 0 8 4】

入力変位  $\Delta p$  に対して姿勢変化  $\Delta I$  が 1 : 1 で対応するため、この関係は 1 次変換と考えることができ、変換行列を A (3 × 3) として、  

$$\Delta I = A \Delta p$$
と書くことができる。本実施形態に限らず、A は幾何学的考察により容易に定式化が可能であり、一般に逆行列が存在する。

#### 【0 0 8 5】

つまり、  

$$\Delta p = A^{-1} \Delta I$$
である。このことは、光学調整の観点から求まる所望の光学素子姿勢変化  $\Delta I$  に対し、行

うべき調整量（入力変位  $\Delta p$ ）が簡単な計算により求まることを意味する。

#### 【0086】

以下に本実施形態の変換行列  $A$  を示す。

$$A = (a \quad R a \quad R^2 a)$$

$$a = (1/3 \tan \theta \quad 0 \quad 2/3 r \tan \theta)^T$$

ただし、 $R$ ： $Z$  軸周りの  $120^\circ$  の回転行列である。

#### 【0087】

本実施形態における変換行列  $A$  を示す。 $\theta$  や  $r$  を適当に定めることにより、調整精度・分解能・可動範囲を最適化することが可能である。以上伝達リンク部 72 を構成する 1 組のプッシュロッドの一端に接続された変位部 70 の駆動によりインナリング部 43 の姿勢変化を得る原理について説明した。

#### 【0088】

次に、本実施の形態で実際に用いられている機構について、模式図を用いて説明する。本実施形態の光学素子保持装置 38 では、これまで説明した機構を、枠部材 41 というリング状の構造物の中に内包させる形で用いている。

#### 【0089】

図 7 に示すように模式図のように、枠部材 41 の内側には、アウトリング部 44 に設けられた 3 ヶ所の平行リンク部 71 群を介して 3 つの変位部 70 が取り付けられている。これらの変位部 70 は、半径方向に精密にガイドされて直線運動が可能である。この変位部 70 の動きが伝達リンク部 72 を駆動し、インナリング部 43 に変化をもたらす。本実施形態では、図 7 に示すように第 1 変位リンク部  $U1$  ～第 3 変位リンク部  $U3$  により、図 8 で詳述したような支持方法、すなわちキネマティックマウントが実現されている。以上のごとく、変位部 70 を何らかの手法で駆動させることで、インナリング部 43 の姿勢を変更させるのが本実施形態の仕組みである。

#### 【0090】

ここで図 9 は図 4 におけるセンサヘッド 47 近傍の部分断面図である。枠部材 41 には、3 ヶ所の検出器 85 と、対応する監視部であるセンサヘッド 47 とからなる変位検出機構が備えられる。上述のように支持された光学素子 37 の変位は、インナリング部 43 の変位を検出することでわかる。そこで検出器 85 は、インナリング部 43 と共に変位するスケール 86 を備える。

#### 【0091】

図 10 はスケール 86 をセンサヘッド側から見た図である。スケール 86 は、変位するインナリング部 43 の、センサヘッド 47 が設けられたアウトリング部 44 の内部の対応する位置に配置される。インナリング部 43 の端部からセンサヘッド 47 に対して板状の部材を対向させ、この面には、インクリメンタルリニアエンコーダを構成するための目盛りとなる格子と、原点を示す原点格子が表示される。この目盛りは、光学式のセンサであるセンサヘッドにより読みとられ、インナリング部 43 の変位を検出する。

#### 【0092】

センサヘッド 47 は、アウトリング部 44 の開口部に挿入され、Oリング 87 により気密にシールされる。また、センサヘッド 47 は、図示しない対物レンズによりスケール 86 の目盛りを読取り、図示しない光学的なセンサ部から制御部に検出信号を送出する。この対物レンズは気密に構成され、鏡筒 39 内のパージ状態に影響を与えないように構成されている。制御部では、受信した検出信号によりカウントをインクリメントして変位量を演算する。センサヘッド 47 は、先端のレンズ部分を除き、電子回路やセンサ本体、ケーブルはパージ空間には存在しない。したがって、パージ空間内に、アウトガス放出源を置かないため、パージに悪影響を及ぼすことがない。

#### 【0093】

また、インナリング部 43 のスケール 86 の近傍には基準面 88 が設けられる。この基準面 88 と対面した枠部材 41 側にデータムハウス 89 が設けられ、ここにスタッドボルト 90 とこの頭部に被せられた球面データム 91 が配設される。球面データム 91 は、上

部に球面状の当接面を持ち、スタッドボルト 9 0 とともに、インナリング部 4 3 の基準位置を示す。即ち、インナリング部 4 3 が最も下方にくる位置を基準位置として、このときにインナリング部 4 3 が球面データム 9 1 と当接するようになっている。もし、この場合にインナリング部 4 3 が球面データム 9 1 に当接しない場合は、原則的に隣接するピエゾ駆動部 4 6 の粗動ネジ 6 0 をゆるめて変位部 7 0 を光軸 A X と反対方向に変位させてインナリング部 4 3 を下降させる。一方、インナリング部 4 3 が球面データム 9 1 に当接した状態で、ピエゾ 6 5 の両端の円錐凹部 6 6, 6 7 と、ピエゾハウス 5 4 の球面突起 5 7、若しくは粗動ネジ 6 0 の球面突起 6 2 との間に遊びが生じる場合がある。この場合には、原則的に隣接するピエゾ駆動部 4 6 の粗動ネジ 6 0 を、インナリング部 4 3 が球面データム 9 1 と離れない程度まで締めて変位部 7 0 を光軸 A X 方向に変位させる。

#### 【0 0 9 4】

なお、このように構成された光学素子保持装置 3 8 及びこれを備えた鏡筒モジュール 3 9 a、これにより構成された鏡筒 3 9 を用いた図 1 に示す露光装置 3 1 は、例えば次のように製造される。

#### 【0 0 9 5】

すなわち、まず、照明光学系 3 3、投影光学系 3 5 を構成する複数のレンズまたはミラー等の光学素子 3 7 の少なくとも一部を前記実施形態または前記各変形例の光学素子保持装置 3 8 で保持し、この照明光学系 3 3 及び投影光学系 3 5 を露光装置 3 1 の本体に組み込み、光学調整を行う。ピエゾ駆動部 4 6、センサヘッド 4 7 に検出信号、駆動信号のためのケーブルを配線する。これらのケーブルは、コンピュータ制御された周知の制御装置に接続される。制御装置では、センサヘッド 4 7 から検出された信号に基づいて光学素子 3 7 の変位を検出する。この検出された変位に基づいて、前述の計算式に基づいて求められた駆動信号をピエゾ駆動部 4 6 に送出することで光学素子 3 7 の姿勢を変位させて制御する。

#### 【0 0 9 6】

次いで、多数の機械部品からなるウエハステージ 3 6 (スキャンタイプの露光装置の場合は、レチクルステージ 3 4 も含む) を露光装置 3 1 の本体に取り付けて配線を接続する。そして、露光光の光路内にガスを供給するガス供給配管を接続した上で、鏡筒内のパージを行う。この場合、鏡筒内の  $O_2$ 、水分を徹底的に排除した上で  $N_2$  を充填する。さらに総合調整(電気調整、動作確認など)を行う。

#### 【0 0 9 7】

ここで、光学素子保持装置 3 8 を構成する各部品や、Oリング等のシール部材は、超音波洗浄などにより、加工油や、金属物質などの不純物を落とし、アウトガス放出源にならないように処理を行い、組み上げられる。なお、露光装置 3 1 の製造は、温度、湿度や気圧が制御され、かつクリーン度が調整されたクリーンルーム内で行うことが望ましい。

#### 【0 0 9 8】

前記実施形態における硝材として、蛍石、石英などを例に説明したが、以下の場合にも適用できる。例えば、フッ化リチウム、フッ化マグネシウム、フッ化ストロンチウム、リチウム-カルシウム-アルミニウム-フロオライド、及びリチウム-ストロンチウム-アルミニウム-フロオライド等の結晶等が挙げられる。また、ジルコニウム-バリウム-ランタン-アルミニウムからなるフッ化ガラスや、フッ素をドーピングした石英ガラス、フッ素に加えて水素もドーピングされた石英ガラス、OH基を含有させた石英ガラス、フッ素に加えてOH基を含有した石英ガラス等の改良石英を用いた場合にも適用することができる。

#### 【0 0 9 9】

次に、上述した露光装置 3 1 をリソグラフィ工程で使用したデバイスの製造方法の実施形態について説明する。

図 1 1 は、デバイス(ICやLSI等の半導体素子、液晶表示素子、撮像素子(CCD等)、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等)の製造例のフローチャートを示す図である。図 1 1 に示すように、まず、ステップ S 2 0 1 (設計ステップ)において、デバイス(マイクロデバイス)の機能・性能設計(例えば、半導体デバイスの回路設計等)を行い、そ



の機能を実現するためのパターン設計を行う。引き続き、ステップS202（マスク製作ステップ）において、設計した回路パターンを形成したマスク（レクチルRt等）を製作する。一方、ステップS203（基板製造ステップ）において、シリコン、ガラスプレート等の材料を用いて基板（シリコン材料を用いた場合にはウエハWとなる。）を製造する。

#### 【0100】

次に、ステップS204（基板処理ステップ）において、ステップS201～S203で用意したマスクと基板を使用して、後述するように、リソグラフィ技術等によって基板上に実際の回路等を形成する。次いで、ステップS205（デバイス組立ステップ）において、ステップS204で処理された基板を用いてデバイス組立を行う。このステップS205には、ダイシング工程、ボンディング工程、及びパッケージング工程（チップ封入等）等の工程が必要に応じて含まれる。

#### 【0101】

最後に、ステップS206（検査ステップ）において、ステップS205で作製されたデバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経た後にデバイスが完成し、これが出荷される。

#### 【0102】

図12は、半導体デバイスの場合における、図12のステップS204の詳細なフローの一例を示す図である。図12において、ステップS211（酸化ステップ）では、ウエハWの表面を酸化させる。ステップS212（CVDステップ）では、ウエハW表面に絶縁膜を形成する。ステップS213（電極形成ステップ）では、ウエハW上に電極を蒸着によって形成する。ステップS214（イオン打込みステップ）では、ウエハWにイオンを打ち込む。以上のステップS211～S214のそれぞれは、ウエハ処理の各段階の前処理工程を構成しており、各段階において必要な処理に応じて選択されて実行される。

#### 【0103】

ウエハプロセスの各段階において、上述の前処理工程が終了すると、以下のようにして後処理工程が実行される。この後処理工程では、まず、ステップS215（レジスト形成ステップ）において、ウエハWに感光剤を塗布する。引き続き、ステップS216（露光ステップ）において、先に説明したリソグラフィシステム（露光装置31）によってマスク（レクチルRt）の回路パターンをウエハW上に転写する。次に、ステップS217（現像ステップ）では露光されたウエハWを現像し、ステップS218（エッチングステップ）において、レジストが残存している部分以外の部分の露出部材をエッチングにより取り去る。そして、ステップS219（レジスト除去ステップ）において、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。

#### 【0104】

これらの前処理工程と後処理工程とを繰り返し行うことによって、ウエハW上に多重に回路パターンが形成される。

以上説明した本実施形態のデバイス製造方法を用いれば、露光工程（ステップS216）において上記の露光装置31が用いられ、真空紫外域の露光光ELにより解像力の向上が可能となり、しかも露光量制御を高精度に行うことができる。従って、結果的に最小線幅が0.1  $\mu\text{m}$ の高集積度のデバイスを歩留まりよく生産することができる。

#### 【0105】

本実施の形態では以下のような効果がある。

(1) ピエゾ駆動部46と、監視部であるセンサヘッド47が、枠部材41の外部に配置され、アウトリング部44により気密に構成されているため、枠部材41内をパージ空間とした場合に、アウトガス放出源となる、センサ、アクチュエータ、ケーブルなどが存在しない。そのため、F<sub>2</sub>レーザを光源に用いても、パージを破ることなしに光学素子37の調整を行うことができるという効果がある。

#### 【0106】

(2) 本実施形態では、枠部材41の外部からのピエゾ65の駆動力が、変位部70、



伝達部である伝達リンク部 7 2 により保持部材であるインナリング部 4 3 に伝達されるため、駆動源を枠部材 4 1 の外部に配置でき、枠部材 4 1 内部の構成を簡易にすることができるという効果がある。

【0 1 0 7】

(3) また、変位部 7 0 は、光軸 A X に垂直な平面上を光軸 A X に向かって変位するため、 piezo 駆動部 4 6 を厚み方向に収容することができ、コンパクトに構成できる。また駆動力が枠部材 4 1 に対して光学素子 3 7 の光軸 A X に垂直な平面に平行に働くため、枠部材 4 1 の厚み方向に歪ませる力が働かないという効果がある。また、制御の計算がシンプルになり制御しやすいという効果がある。

【0 1 0 8】

(4) インナリング部 4 3 は、3 組のプッシュロッドによりキネマティックに保持されるため、光学素子 3 7 にストレスをかけることなく、精密に自由な姿勢で光学素子 3 7 を保持できる。

【0 1 0 9】

(5) piezo 6 5 は、枠部材 4 1 に設けられた piezo ハウス 5 4 に収容されているため、外部から交換可能になるという効果がある。

(6) piezo 6 5 は、電圧制御により迅速且つ大きな力で正確なストロークを生み出し、これにより光学素子 3 7 の正確なアライメント調整ができるという効果がある。

【0 1 1 0】

(7) なお、piezo 6 5 は変位のストロークが小さいが、piezo ハウス 5 4 は、piezo 6 5 の伸縮のストロークを拡大することで、光学素子 3 7 の位置調整を容易にできる。さらに、伝達リンク部 7 2 によっても piezo 6 5 の変位は拡大され、これによってもさらに光学素子 3 7 の位置調整を容易にしているという効果がある。

【0 1 1 1】

(8) 制御装置を用いて piezo 6 5 を駆動することで、光学素子 3 7 の光軸方向の位置やチルトなどの姿勢を自動調整できるという効果がある。さらに、外部から粗動ネジ 6 0 により piezo 6 5 の位置調整を容易にすることができる。

【0 1 1 2】

(9) また、センサヘッド 4 7 により、スケール 8 6 の目盛りを自動で検出でき、制御措置と組み合わせることで自動調節のフィードバックを行うこともできる。また、検出器 8 5 は、球面データム 9 1 を基準にすることで正確に枠部材 4 1 に対する位置を調整することができるため、より変位の検出の精度を高くすることができるという効果がある。

【0 1 1 3】

(10) 変位部 7 0 にリターンスプリング 7 6 を設けたため、伝達リンク部 7 2 やインナリング部 4 3 に無用のストレスを掛けることなく、駆動されていない状態では初期位置に戻るという効果がある。

【0 1 1 4】

(11) また、駆動時の振動を、変位部 7 0 に設けた摩擦機構 8 0 により減衰するため、簡易な構成で伝達リンク部 7 2 やインナリング部 4 3 に無用のストレスを掛けることなく、振動を効率的に減衰できる。また、摩擦バネ 8 2 の強度により摩擦力を調整することもできる。

【0 1 1 5】

(12) また、アウトリング部 4 4、インナリング部 4 3、変位部 7 0、平行リンク部 7 1、伝達リンク部 7 2 が、1 枚の金属板から彫り込み加工などにより一体に構成された構造体からなるため、各部分の位置関係が正確で、剛性も高く無用の応力も生じてないため、機構としての線形性に優れた特性を持つという効果がある。

【0 1 1 6】

(13) 締結部 4 0 は、O リング溝 4 0 b を備え、他の鏡筒モジュール 3 9 a と組み合わせた場合にパージのための気密を容易に維持できるという効果がある。

(14) また、このような鏡筒モジュールを組み合わせて、気密性の高い鏡筒 3 9 を構

成することができる。さらに、このような鏡筒 39 を用いて、パージ用のカバー部材を用いない露光装置 31 を構成できるという効果がある。この場合において、光学素子 37 は、制御装置を用いることでパージを維持したまま、センサヘッド 47 からの信号をフィードバックしながら、ピエゾ駆動部 46 により光学素子 37 の位置や姿勢を調整できる。

(15) そして、このような構成による露光装置 31 を用いることで、高度なパージ空間を維持して、F<sub>2</sub> レーザーによる高精度の半導体デバイスの製造を高い歩留まりで行うことができる。

#### 【0117】

なお、本実施形態は以下のように実施することもできる。

○ 駆動部材の駆動素子は、ピエゾに限らず、他の駆動素子でもよく、さらに駆動素子によらず、他のアクチュエータにより駆動部材を構成することもできる。例えば、ソレノイド、油圧アクチュエータ、リニアモータ等により制御することも可能である。

#### 【0118】

○ この場合、上記実施形態では、ピエゾハウス 54 の構成や、伝達リンク部 72 の取付角度により、ピエゾ 65 の変位のストロークを拡大してレンズ枠体に伝達しているが、これとは逆に、アクチュエータや光学素子 37 等の構成によっては、ストロークを圧縮するような構成でもよい。

#### 【0119】

○ 変位部 70 は、光軸 AX に垂直な方向に変位するが、変位部の変位は光軸 AX と交差する方向であれば、他の方向であっても構成しうる。

○ 実施形態では、変位部 70、伝達リンク部 72 が等角に 3ヶ所に設けられていたが、等角でない配置でもよい。

#### 【0120】

○ さらに、剛性を高める必要があれば伝達リンク部を 4ヶ所以上設けてもよい。

○ また、変位部 70 にいずれも外部から駆動力を加えられていない状態で、伝達リンク部 72 は、ピボット平面において交差するように構成されていたが、必ずしもこのような構成にしなくてもよい。

#### 【0121】

○ また、伝達リンク部 72 が、作用線 AL に対して対称に設けられていたが、これらは対称でない構成も採りうる。

○ 伝達リンク部 72 の長さや角度も等しくないような構成でもよい。

#### 【0122】

○ その他、本実施形態のように厳密にキネマティックな支持を行うことは望ましいが、実施に差し支えない範囲では、完全にキネマティックな支持でなくてもよい。

○ 逆に、本実施形態では、6 自由度のうちの 3 自由度を拘束した変則的なキネマティックな構成であるが、駆動力が光学素子 37 の光軸 AX に交差する方向に加えられる構成であれば、さらに自由度を高めたキネマティック支持を行うような構成は採用しうることは言うまでもない。

#### 【0123】

○ 本実施形態では案内部として、平行リンク部 71 を例示したが、案内部は、内部又は外部から規制するように摺動させるものなど、その手段は問わないものである。

○ 本実施形態では、変位検出機構として気密状態のレンズを通して枠部材 41 内のスケール 86 を光学読取センサであるセンサヘッド 47 で読み取っているが、アウトリング部 44 に気密の監視用窓を設けるようにしてもよい。なお、変位の検出は光学的なスケールの読取に限らず、磁気的な読取等、種々な検出方法を採用しうる。

#### 【0124】

○ 露光装置として、投影光学系を用いることなく、マスクと基板とを密接させてマスクのパターンを露光するコンタクト露光装置、マスクと基板とを近接させてマスクのパターンを露光するプロキシミティ露光装置の光学系にも適用することができる。また、投影光学系としては、全屈折タイプに限らず、反射屈折タイプであってもよい。

## 【0 1 2 5】

○ さらに、本発明の露光装置は、縮小露光型の露光装置に限定されるものではなく、例えば等倍露光型、拡大露光型の露光装置であってもよい。

○ また、半導体素子などのマイクロデバイスだけでなく、光露光装置、EUV露光装置、X線露光装置、及び電子線露光装置などで使用されるレチクルまたはマスクを製造するために、マザーレチクルからガラス基板やシリコンウエハなどへ回路パターンを転写する露光装置にも本発明を適用できる。ここで、DUV（深紫外）やVUV（真空紫外）光などを用いる露光装置では一般に透過型レチクルが用いられ、レチクル基板としては、石英ガラス、フッ素がドーパされた石英ガラス、蛍石、フッ化マグネシウム、または水晶などが用いられる。また、プロキシミティ方式のX線露光装置や電子線露光装置などでは、透過型マスク（ステンシルマスク、メンバレンマスク）が用いられ、マスク基板としてはシリコンウエハなどが用いられる。

## 【0 1 2 6】

○ もちろん、半導体素子の製造に用いられる露光装置だけでなく、液晶表示素子（LCD）などを含むディスプレイの製造に用いられてデバイスパターンをガラスプレート上へ転写する露光装置にも、本発明を適用することができる。また、薄膜磁気ヘッド等の製造に用いられて、デバイスパターンをセラミックウエハ等へ転写する露光装置、及びCCD等の撮像素子の製造に用いられる露光装置などにも本発明を適用することができる。

## 【0 1 2 7】

○ さらに、本発明は、マスクと基板とが相対移動した状態でマスクのパターンを基板へ転写し、基板を順次ステップ移動させるスキヤニング・ステッパに適用することができる。また、本発明は、マスクと基板とが静止した状態でマスクのパターンを基板へ転写し、基板を順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式のステッパにも適用することができる。

## 【0 1 2 8】

○ また、露光装置の光源としては、前記実施形態に記載のF<sub>2</sub> レーザ（157 nm）の他、ArFエキシマレーザ（193 nm）、例えばg線（436 nm）、i線（365 nm）、KrFエキシマレーザ（248 nm）、Kr<sub>2</sub> レーザ（146 nm）、Ar<sub>2</sub> レーザ（126 nm）等を用いてもよい。また、DFB半導体レーザまたはファイバレーザから発振される赤外域、または可視域の単一波長レーザ光を、例えばエルビウム（またはエルビウムとイッテルビウムの双方）がドーパされたファイバアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いてもよい。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0 1 2 9】

【図1】 露光装置の概略構成を、その投影光学系を中心として示す図。

【図2】 光学素子保持装置を備えた鏡筒モジュールを示す斜視図。

【図3】 光学素子保持装置を備えた鏡筒モジュールを示す平面図。

【図4】 図3のA-A線における矢視断面図。

【図5】 図3に示すピエゾ駆動部付近を拡大した平面図。

【図6】 図4に示すピエゾ駆動部の断面図。

【図7】 本実施形態の光学素子保持装置を模式的に示した図。

【図8】 本実施形態の光学素子保持装置の基本原理を説明する模式図。

【図9】 図4におけるセンサヘッド近傍の部分断面図。

【図10】 スケールをセンサヘッド側から見た図。

【図11】 デバイス（ICやLSI等の半導体素子、液晶表示素子、撮像素子（CCD等）、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造例のフローチャートを示す図。

【図12】 半導体デバイスの場合における、図12のステップS204の詳細なフローの一例を示す図。

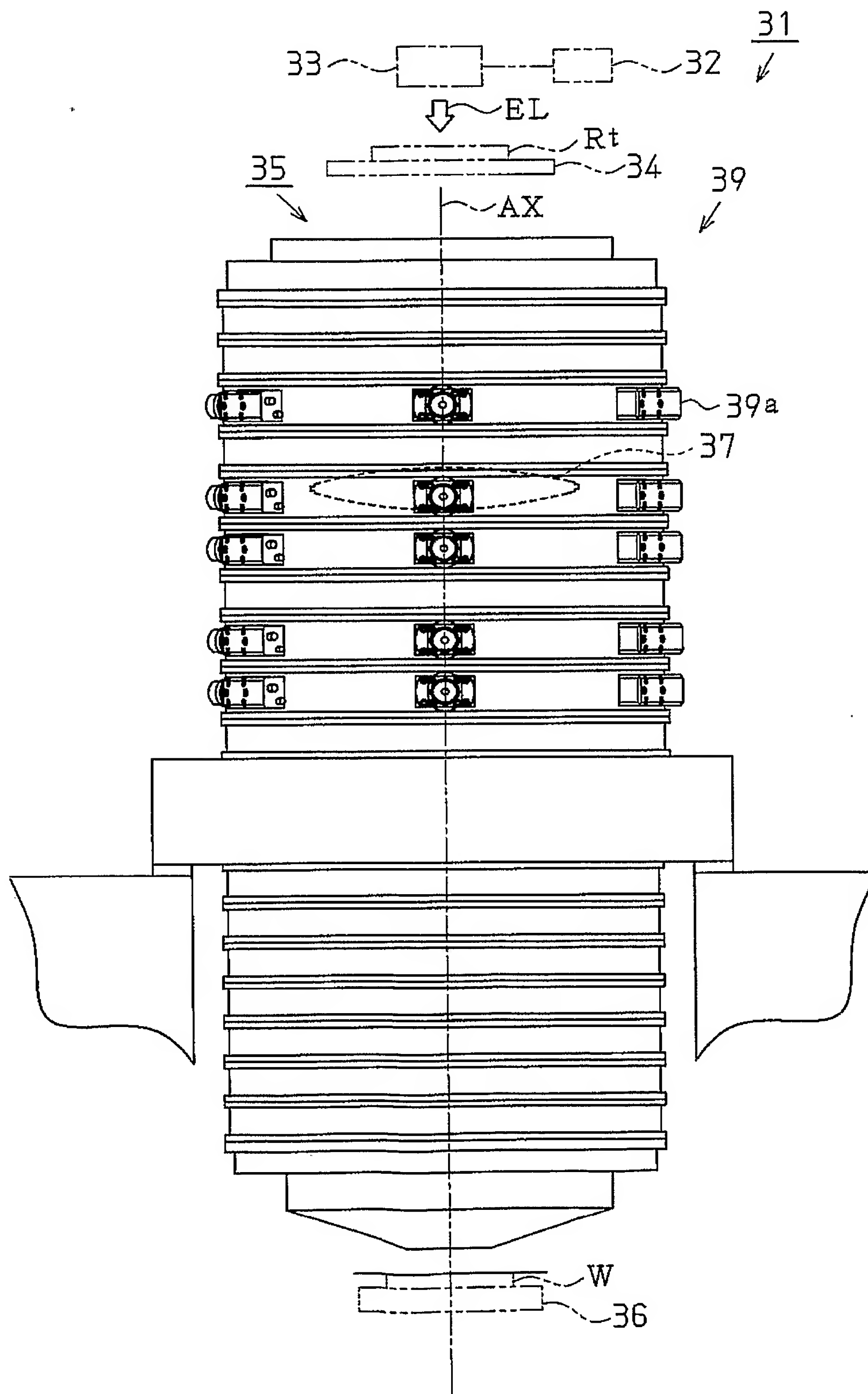
## 【符号の説明】

## 【0 1 3 0】

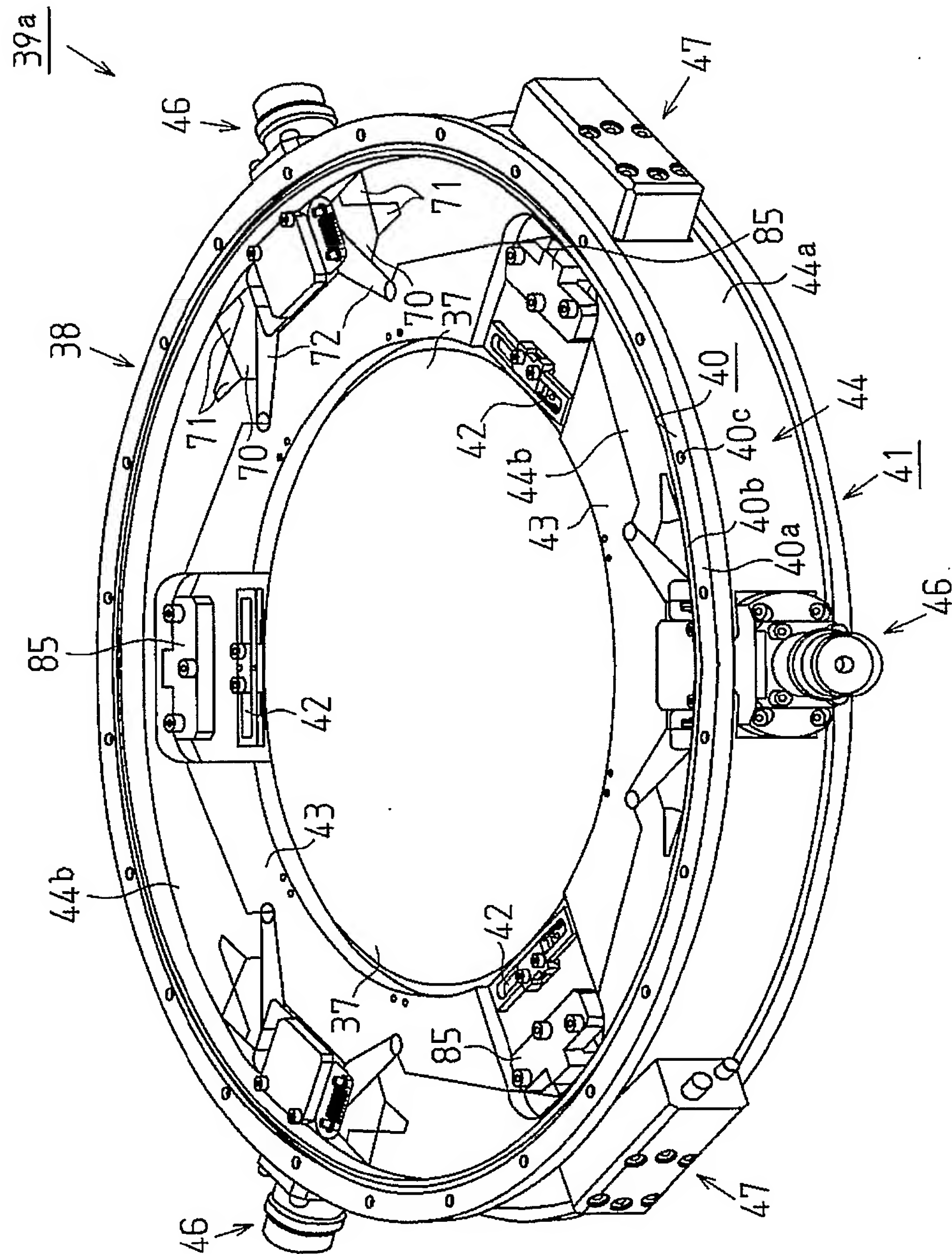
A X…光軸、P L…軸線、3 1…露光装置、3 5…投影光学系、3 7…光学素子、3 8…光学素子保持装置、3 9…鏡筒、4 1…枠部材、4 3…インナリング部、4 4…アウトリング部、7 0…変位部、7 1…平行リンク部、7 2…伝達リンク部、8 5…検出器。



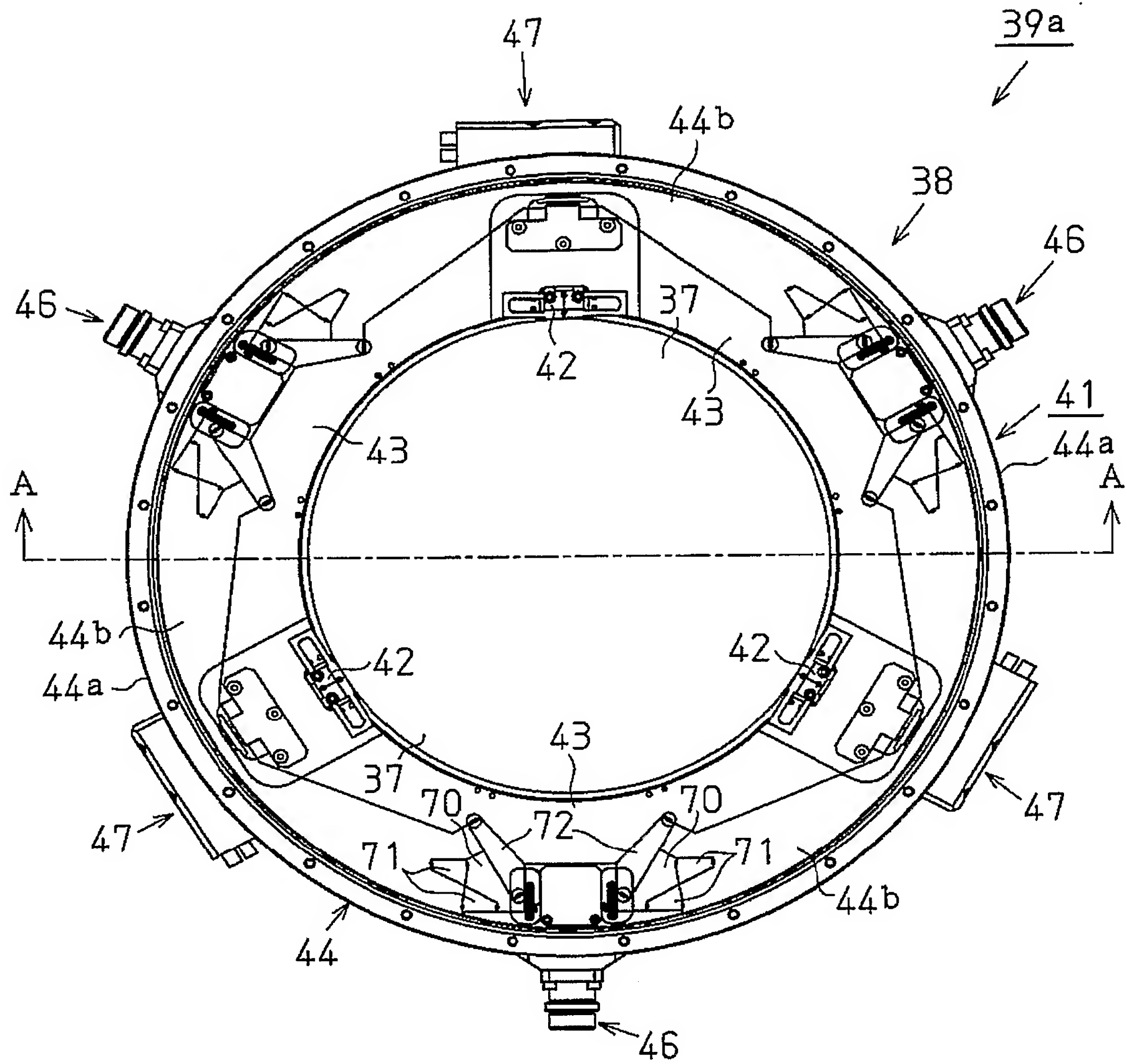
【書類名】 図面  
【図 1】



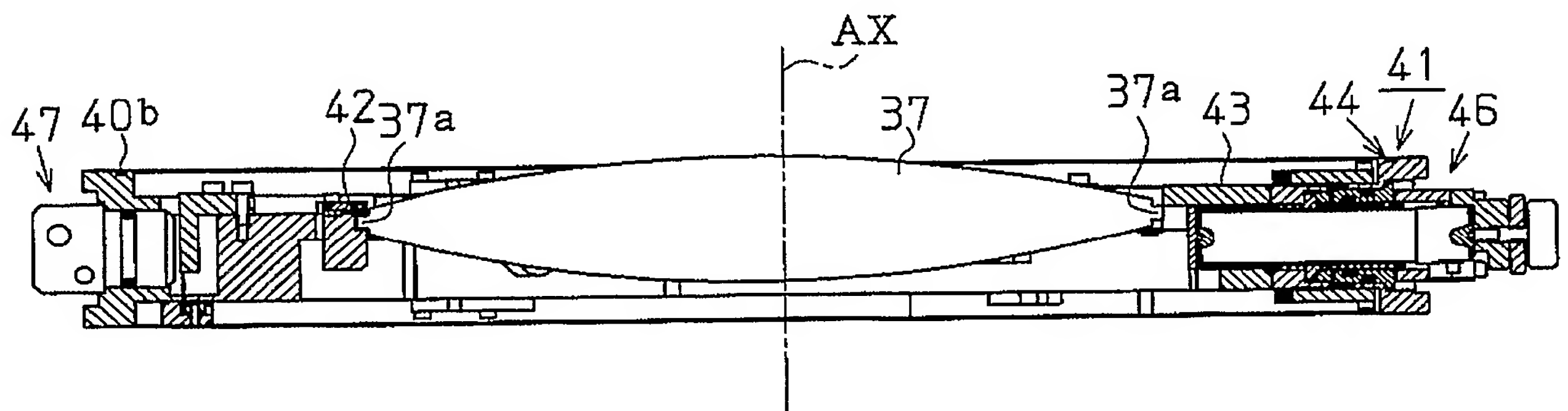
【図 2】



【図 3】

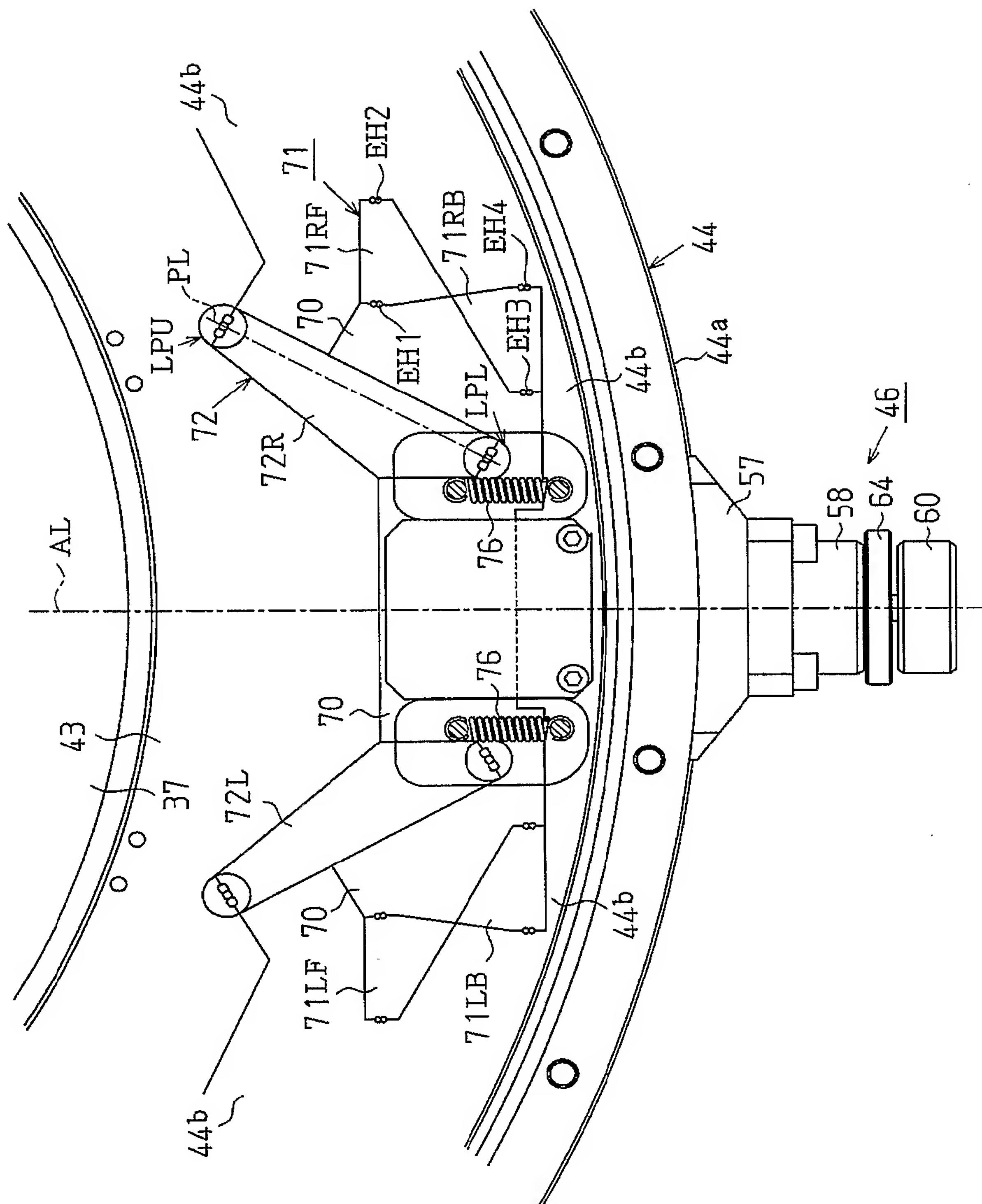


【図 4】

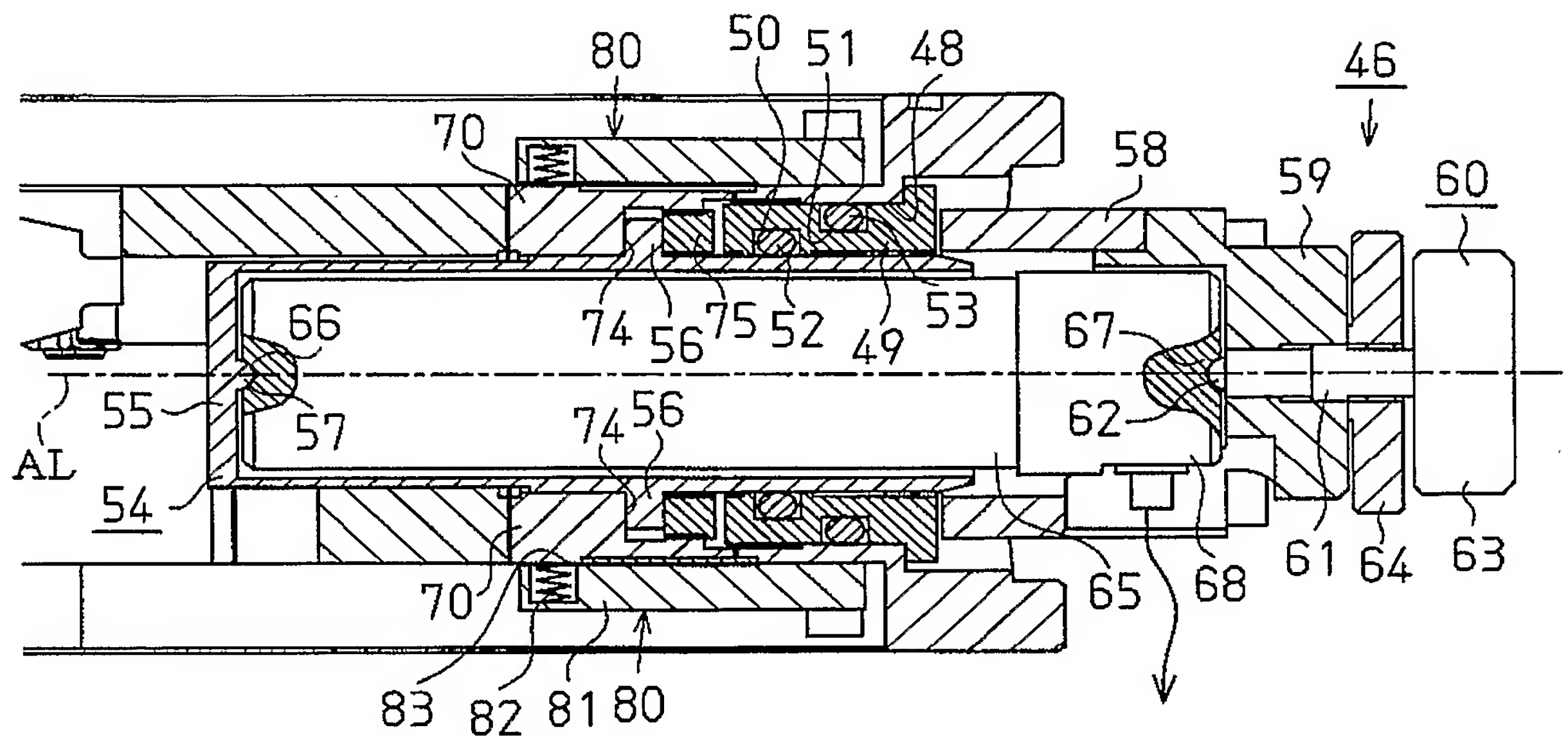




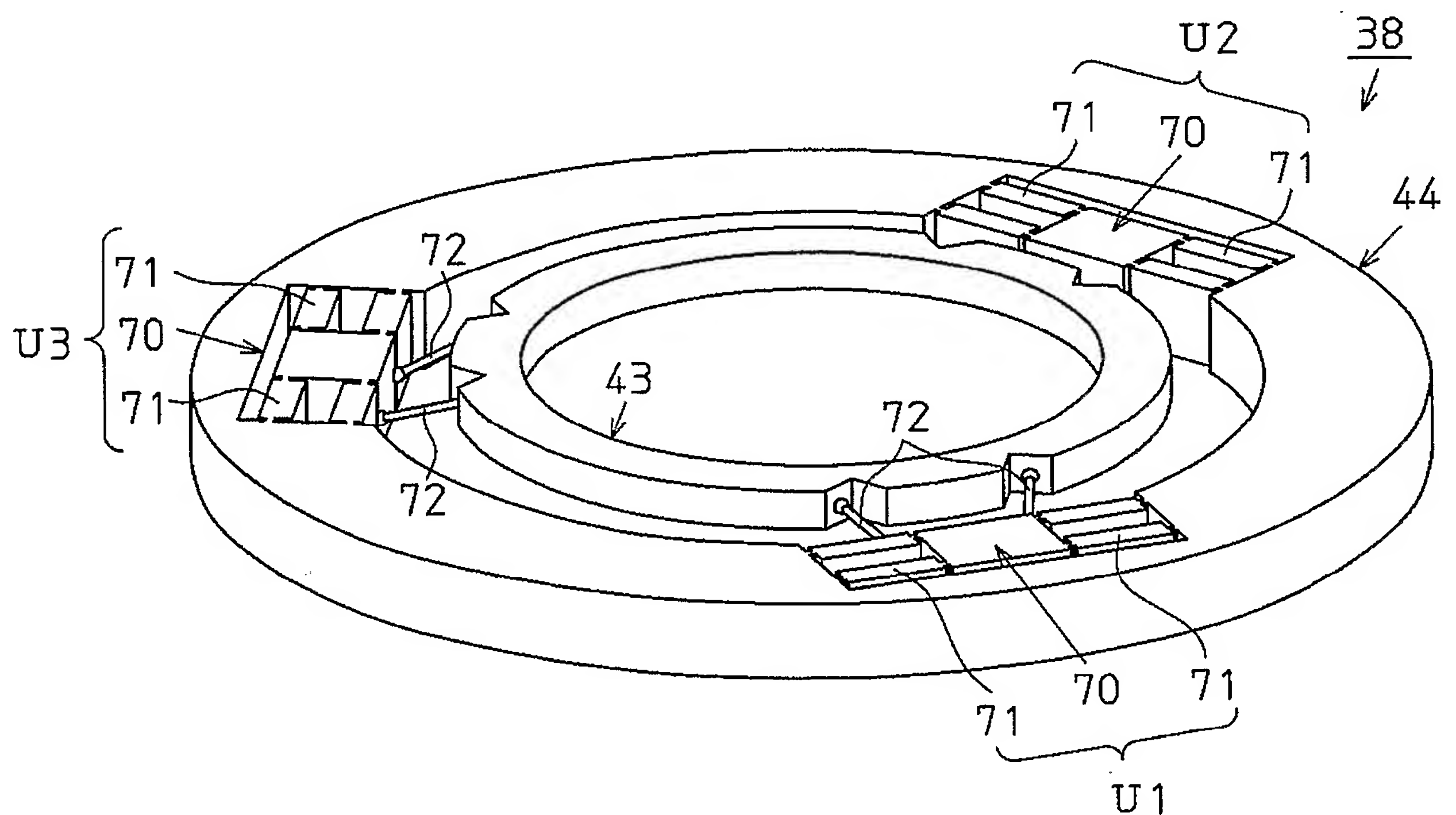
【図 5】



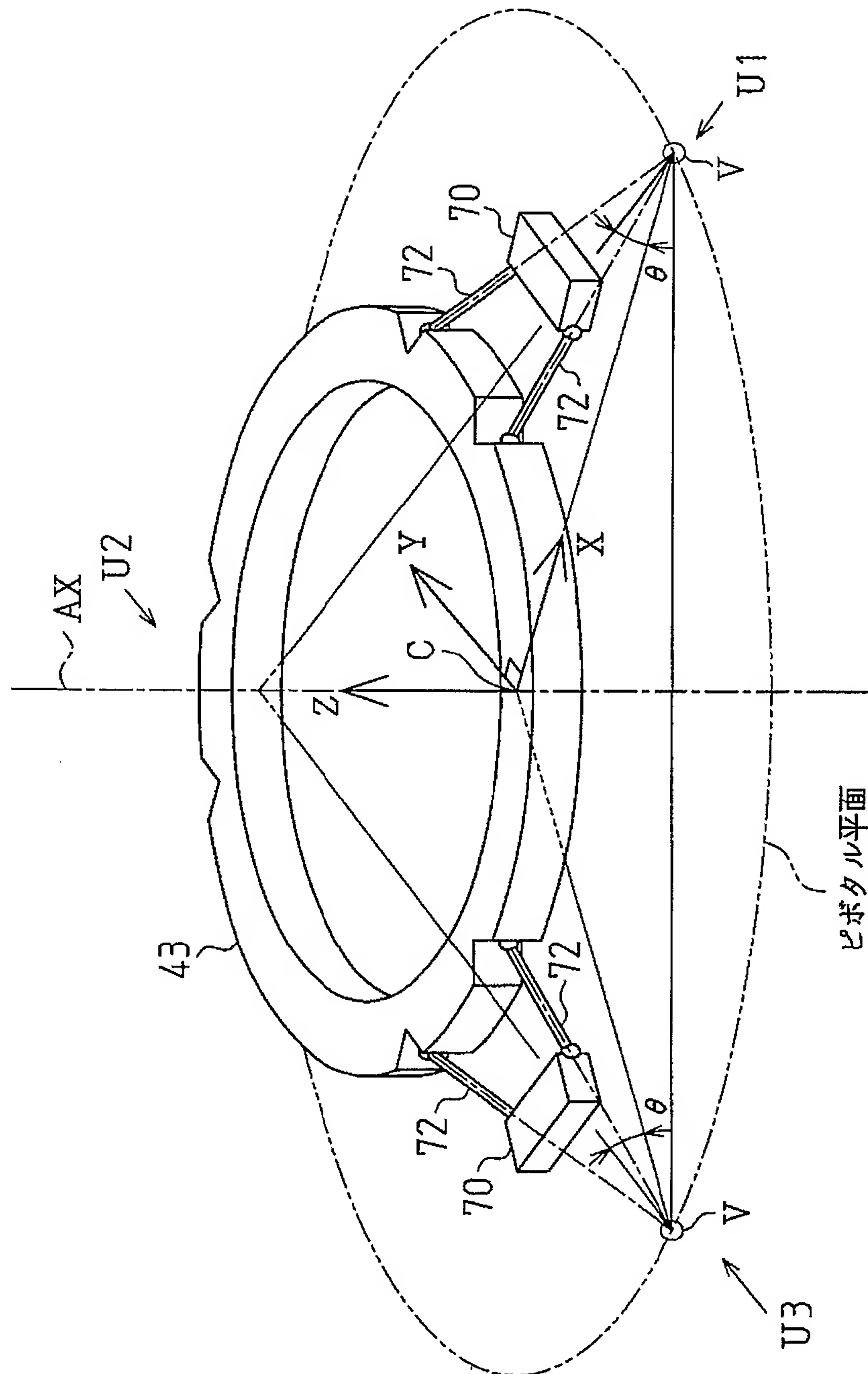
【図 6】



【図 7】

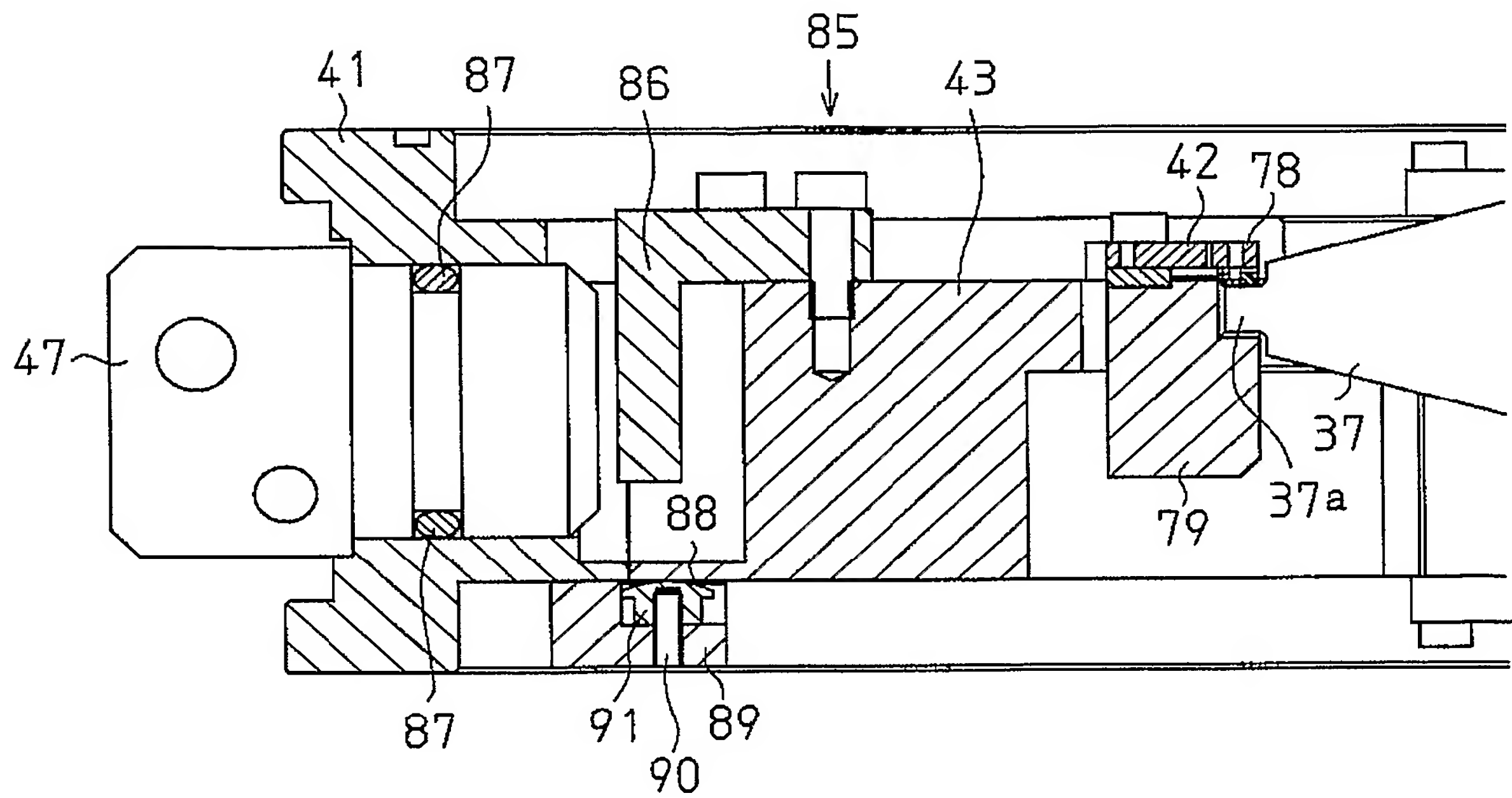


【図 8】

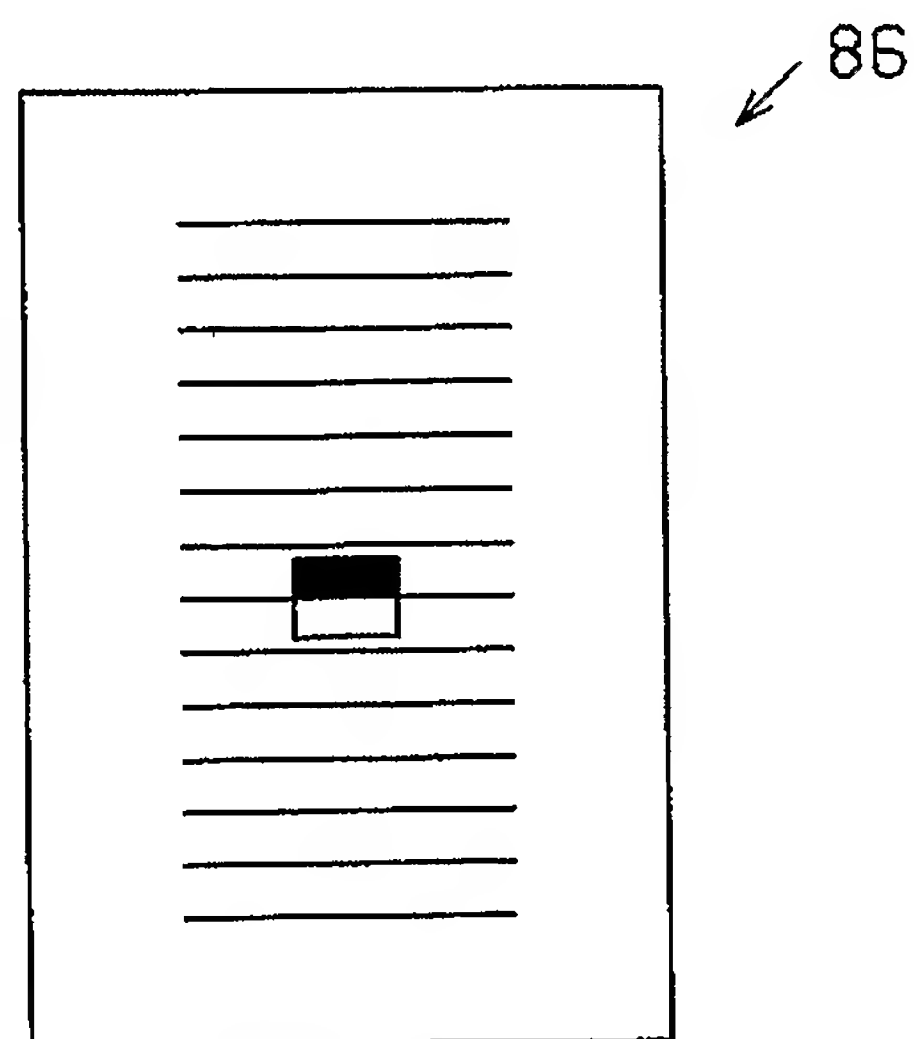




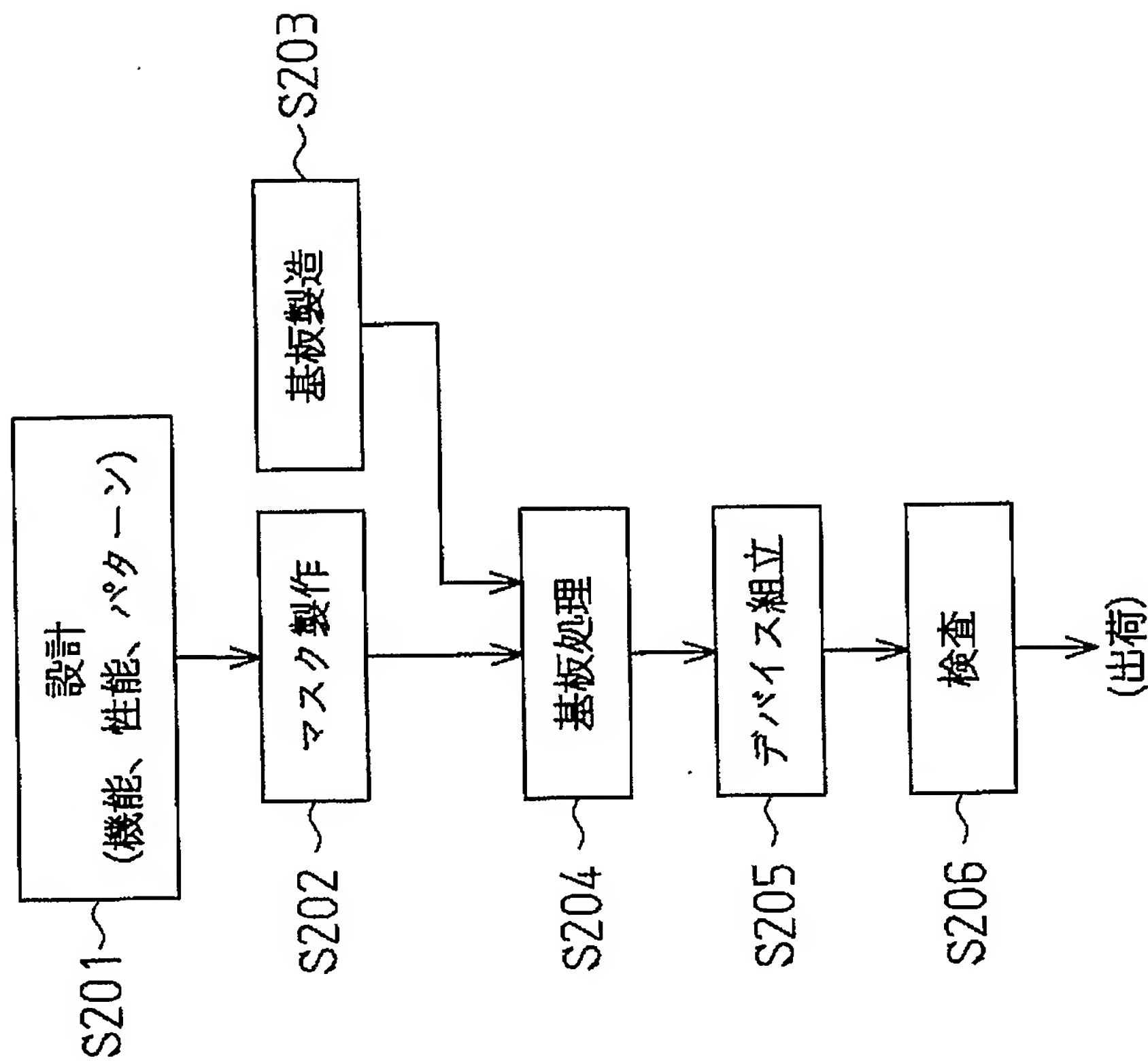
【図 9】



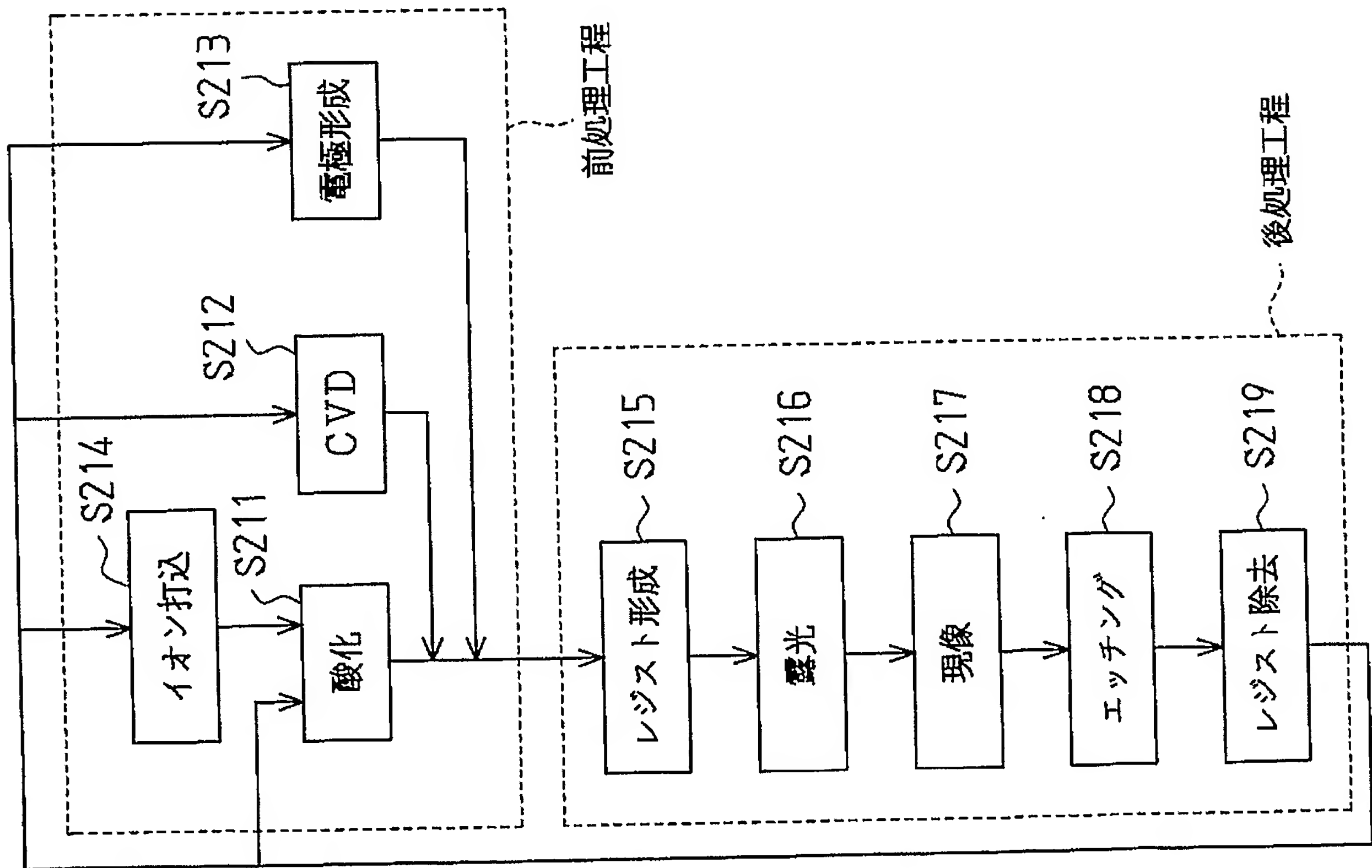
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 コンパクトかつシンプルな構成で精密な収差の補正が可能で、高度なパージ状態を維持したままで光学素子の調整が可能な光学素子保持装置とこれを用いた露光装置を提供する。

【解決手段】 光学素子保持装置 3 8 において、インナリング部 4 3 に保持された光学素子 3 7 は、枠部材 4 1 の内部に 3 ヶ所設けられた変位部 7 0 ごとに設けられた伝達リンク部 7 2 にキネマティックにマウントされる。枠部材 4 1 外からのピエゾ駆動部 4 6 からの駆動力は、平行リンク部 7 1 に案内された変位部 7 0 を光学素子 3 7 の光軸に垂直な方向に変位させ、伝達リンク部 7 2 はインナリング部 4 3 を光軸方向に変位させ、光学素子 3 7 を任意方向に傾けチルトさせる。この光学素子保持装置を備えた露光装置は、鏡筒のみで光学素子の調整ができる高度なパージが可能で、F<sub>2</sub> レーザーを用いて高精度なデバイスの製造が歩留まりよくできる。

【選択図】 図 2



特願 2 0 0 3 - 4 3 1 4 8 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 4 1 1 2 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 9 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号
氏 名	株式会社ニコン